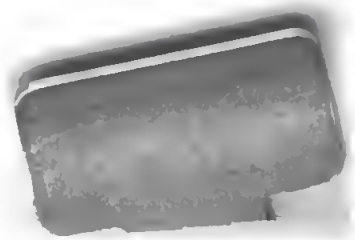
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09075551 7

Digitized by Google



Qu, VP,

(Kaul)
PVL

Digitized by Google

242887

☆Surgeon Gen. Office

Geologisch-chemische Studien

über die

Thon- und Lehmvorkommen um Nürnberg.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Hermann Kaul

aus Nürnberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Juli 1899.

Kaiserslautern.

Buchdruckerei Ph. Rohr (Inh. Emil Rohr).

1900.

Geologisch-chemische Studien

über die

Thon- und Lehmvorkommen um Nürnberg.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Hermann Kaul
aus Nürnberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Juli 1899.

Kaiserslautern.
Buchdruckerei Ph. Rohr (Inh. Emil Rohr)
1900.

Meinem lieben Freunde

Dr. Theodor Herberger

gewidmet.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
2 . x . 387
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
1901

Die vorliegende Arbeit wurde im Laufe des Sommers 1898 begonnen und während des Wintersemesters 1898/99 und Sommersemesters 1899 im mineralogisch-geologischen Institut der Universität Erlangen ausgeführt.

Es sei mir vergönnt, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Lenk für die liebenswürdige Unterstützung und Förderung bei der Ausführung dieser Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

ERLANGEN, im Juni 1899.

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 1

I. Geologischer Teil.

1. Die Formationen 3
   - A) Keuper, inclusive Rhät 4
   - B) Jura 69
   - C) Jüngere Bildungen (Diluviallehm, Löss, Albüberdeckung.) 92

2. Die Lagerungsverhältnisse 103

II. Mineralogisch-chemischer Teil.

A) Einfluss der Bestandteile des Thones auf die Schmelzbarkeit 111

B) Rationelle Analyse
C) Organ. Substanz des Thones } . . . 114

D) Feuerfestigkeitsbestimmung 117

III. Wirtschaftliches. 123

Analysentabelle 126

Profile . . . . . Taf. I u. II

Karte . . . . . Taf. III

Die Schilderung von Thonvorkommen unter besonderer Berücksichtigung ihrer geologischen Characteristik ist eine Aufgabe der praktischen Geologie, die bis jetzt nur selten ausgeführt wurde.

Von den wenigen und nur teilweise unter diesem Gesichtspunkt betrachteten Arbeiten sind zu nennen: Jentzsch, Zur Fabrikation von Glas und Porzellan geeignete Rohmaterialien in der Provinz Westpreussen (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1897, p. 201 u. ff.) — Dr. von Kraatz, (ibidem, pag. 409:) Die Ziegelthone von Braunschweig, — v. Kalecinsky, Ueber ungar. Thone etc. (Jahresber. d. k. ungar. geol. Anst. 1892), — Kinkelin, Nutzbare Lagerstätten zwischen Taunus und Spessart.

Eine gründliche Kenntnis von Thonvorkommen muss sich in erster Linie auf die Kenntnis der geologischen Verhältnisse, unter denen die Thone vorkommen, stützen. Ganz besondere Bedeutung hat dies dann, wenn es sich um nicht sehr mächtige, aber weit verbreitete Lager handelt.

Das Streben, die Beziehungen festzustellen, die sich möglicherweise zwischen den Thonen bestimmter geologischer Horizonte und der chemischen Zusammensetzung ergeben könnten, sowie allgemein die Kenntnis der geologischen und chemischen Verhältnisse der Thon führenden Schichten in der Umgegend meiner Vaterstadt zu erweitern, hat mich angeregt, mich eingehend mit diesem Thema zu befassen.

Ich erhoffe nebenbei, dass diese Bearbeitung der nutzbaren Thon- und Lehmvorkommen der Thonindustrie um Nürnberg, die für die Gegend eine ziemliche wirtschaftliche Bedeutung besitzt, einiges nützen werde.

Vielleicht wird sie vor übereiligen Anlagen mit unzureichendem Ausgangsmaterial bewahren und andererseits beitragen, die Ziegelindustrie um Nürnberg zu qualitativ höheren Leistungen anzuregen, wie sie im Norden und Osten Deutschlands in entwickelter Form sich finden.

Unter den verschiedenen Arten von Thon, die im Arbeitsgebiet vorkommen, finden sich ausser gewöhnlichen zur Ziegelfabrikation gut geeigneten Lehmen auch sehr wertvolle eisenarme feuerfeste Thone, die selbst höheren Ansprüchen an Feuerfestigkeit genügen.

Mein Arbeitsgebiet umfasst zum grössten Teil die politischen Bezirksämter: Erlangen, Fürth, Nürnberg, Hersbruck und Schwabach und zwar sind als annähernde Grenzlinien die Punkte: Erlangen, Fürth, Nürnberg, Ludwigskanal, Wendelstein, Feucht, Altdorf, Ottensoos, Schnaittach, Forth, Schwabachthal, Erlangen, mit einander verbunden angenommen.

Ausserdem wurden noch einige interessante Vorkommen ausserhalb des Arbeitsgebietes in die Untersuchung mit hereinbezogen, wie überhaupt Vergleiche mit der Ausbildung der benachbarten Gebiete nötig waren.

I. Geologischer Teil.

1. Die Formationen.

Die in dem Gebiet sich findenden Thon- und Lehmvorkommen gehören folgende geologischen Horizonten an:

Keuper
- Schilfsandstein
- Berggypskeuper und Lehrbergschichten
- Blasensandstein
- Burgsandstein
- Zanclodonletten
- Rhät

Jura
- unterer, mittlerer und oberer Lias
- Dogger

Albüberdeckung

Quartäre Bildungen.

Es kommen also vor allem die beiden grossen Formationen des **Keuper** und **Jura** in Betracht und erst in untergeordneter Weise jüngere Bildungen.

Die Einteilung des Keupers und des Jura wurde nach der Gümbel'schen Gliederung angenommen.[1])

Für die erste zu besprechende Formation, den Keuper gestaltet sie sich folgendermassen:

[1]) cf. Gümbel, Geologie v. Bayern, p. 731.

III. Rhät.

9. Pflanzensandstein mit Lettenschiefer, thonigen Schichten und zahlreichen Pflanzenresten in 2 oder 3 verschiedenen Lagen 20—25 m.

II. Bunter Keuper.

c. Obere Abteilung (120—230 m.)

8. Zanclodonletten m. Zancl. laevis. und vereinzelten Zwischenlagen von Sandstein oder Breccie 10—50 m.
7. Burgsandstein, z. T. arkoseartig und dolomitisch, wechsellagernd mit Lettenschiefern 70—140 m.
   - c. oberer Burgsandstein 15—30 m.
   - b. dolomit arkoseart. Sandstein (Coburger Festungssandstein) 20—40 m.
   - a. unterer Burgsandstein 30—80 m.
6. Semionoten- oder Blasensandstein 20—25 m
   - b. Coburger Bausandstein 2—10 m.
   - a. Blasen- oder Plattensandstein 20—40 m.

b. Mittlere Abteilung (20—65 m.)

5. Stufe der Lehrberg- und Berggypsschichten 25—35 m.
   - b. Lehrberg-Schichten 3—5 m.
   - a. Berggyps-Schichten, vorherrschend Lettenschiefer mit schwachen Sandsteinbänken 15—30 m.
4. Schilfsandstein-Stufe 10—35 m.

a. Untere Abteilung: (Grundgypskeuper).

3. Stufe der Estherienschichten
2. Stufe der Myophorienschichten
1. Untere Grundgypsschichten

I. Lettenkohlen-Keuper.

Die Schichten des Grundgypskeupers und des Lettenkohlenkeupers kommen für das vorliegende Gebiet nicht in Betracht, weshalb die Betrachtung gleich mit der Stufe des Schilfsandsteins und der Lehrbergschichten beginnt.

Schilfsandstein, Berggypsschichten und Lehrbergschicht.

Wenn auch in meinem eigentlichen Arbeitsgebiet ältere Horizonte als der Blasensandstein nicht zu Tage ausstreichen, so erschien es im Interesse der besonderen Zwecke dieser Arbeit doch geboten, auch auf die älteren Keuperschichten einzugehen, da sie für die Ziegeleiindustrie um Nürnberg von Bedeutung sind.

An den Thalgehängen zwischen Langenzenn, Kirchfembach und Veitsbronn (westl. von Fürth) sind in einer grösseren Zahl von Lehmgruben die Glieder der mittleren Abteilung des bunten Keupers entblösst.

Namentlich die Berggypsschichten kommen für die zwischen Siegelsdorf und Langenzenn entwickelte grosse Ziegeleiindustrie, die bei einer jährlichen Produktion von ca. 50 Millionen Mauersteinen einen Jahresumsatz von ca. $1^1/_2$ Millionen Mark repräsentirt, in Betracht.

Am Bahnhof Siegelsdorf sind diese Lettenschichten in einer Mächtigkeit von ca. 15 Meter aufgeschlossen, es sind intensiv rotbraune Lettenschiefer mit wenigen Einlagerungen von Kalkstein- und Kalkmergel, sowie Sandstein- und Gypsbänkchen. Dem Zennthal entlang finden sich sehr instruktive Profile bei Langenzenn.

In der Ziegelei Lotter und Stiegler (östl. von Langenzenn) zeigte sich in einer 40 Meter breiten Lehmgrube folgendes Profil:

Profil I.

Berggyps-Schichten.	10. Oben: Harte quarzitische Platten des Blasensandsteins mit ausgewitterten Thongallen.	
	9. Rotbrauner, gleichmässig horizontal geschichteter Lehm mit spärlichen grünen sandigen Flecken	2,00 m.
	8. Horizontale Bank von gelbgrauem stark sandigen Thon mit feinen parallelen Zwischenlagen von rotbraunen Lehm	0,35 „
	7. Rotbrauner Lehm wie 9, aber sandiger	0,40 „

Berggyps-Schichten.	6. Leicht gewellte Sandsteinbank ähnlich 8,	0,35	m.
	5. Lehm wie 9,	0,30	„
	4. Sandbank mit Thonzwischenlage, allmählig in grauen festen feinkörnigen Sandstein übergehend	0,60	„
	3. Lettenstreifchen von rotbrauner, roter, violetter, grauer und gelber Farbe mit grauen und gelben Sandstreifchen dazwischen gelagert, — Horizontale Schichtung von oft nur 2 mm starken Schichten, auf den Schichtflächen Glimmerblättchen	0,40	m.
	3b. Gelbe thonig-sandige Bank	0,05	„
	3a. wie 3	0,70	„
	2. Grauer Thon mit feinen gelben Sandstreifen	1,00	„
Schilfsandstein.	1. Die Thone werden immer sandiger und bilden nun einen dünnschichtigen, thonigen Sandstein, der von wechselnder petrographischer Beschaffenheit, aber durchweg sehr weich und mürbe ist	4,00	„

Unter diesem Sandstein, der eine Gesamtmächtigkeit von ca. 6 m erreicht, fanden sich beim Fundamentgraben braunschwarze, Manganhaltige Mergelknollen mit Schwerspathkrystallen. — In einer anderen Lehmgrube (Ziegelei Walther) südlich des Bahnhofes wurde direkt unter dem graubraunen Schilfsandstein eine grau-grüne äusserst feingeschichtete Sandsteinbank von 30—40 cm Mächtigkeit wiederum beim Fundamentgraben vorgefunden. Auf den Schichtflächen lagern kohlige Bestandteile, ferner finden sich Glimmerblättchen darin, Schwefelkiesknollen und eine chloritische grüne Substanz, wohl das Zersetzungsprodukt von Magnesiaglimmern.

Diese Schicht wurde auch beim Graben eines Brunnens im gleichen Niveau in der Ziegelei Raindorf wieder angetroffen. (cf. Profil IIa. Nr. 1e.)

Die typische Lehrbergschicht mit den 3 Kalkbänken ist in diesen beiden Aufschlüssen nicht mit Sicherheit zu konstatieren, vielleicht dürfte eine dolomitische Bank von 8 cm. in den oberen Berggypsschichten als die Lehrbergbank anzusprechen sein, die sich in den Aufschlüssen von Raindorf findet.

Nach Thürach[1]) keilt sich von den 3 Lehrbergbänken am spätesten die mittlere gegen die randliche Keuperzone zu aus; vielleicht dürfte diese Bank in dem vorliegenden Profil als die mittlere Lehrbergbank zu betrachten sein.

Die Raindorfer Gruben zeigen folgendes Profil:

Profil II.

16. Oben: Blasensandsteingeröll- und Blöcke in grauem, oft auch bräunlichem Boden, zuweilen sinken diese Blöcke in den darunter liegenden

Bergkyps- und Lehrberg-Schichten.

15. Letten ein. Rotbraune dunkle Letten, durchzogen von schwach wellig verlaufenden Straten sandiger, dolomitischer dünner Bänkchen von grauer, gelber und grüner Farbe. — Nach unten wird der Letten steinmergelartig hart; manchmal finden sich fette chloritische Putzen, oben Quacken und dolomitische Knollen, letztere bankartig in einer Linie. — (Lehrbergbank?) 6,00 m.
14. Sandsteinbank von hellgelblich-grauer Farbe, durchzogen mit dünnen Lettenstreifchen, (entsprechend Profil I. 4.,) sie keilt sich nach NNW. rasch aus. (Transversale Schichtung) bis 2,20 „
13. Roter und grüner Letten 0,80 „
12. Braune geschichtete Sandsteinplatten, nach aussen rotbraun anlaufend. (Leichtes Einfallen nach NNW. infolge des Gehängerutsches.) Die Bank schwillt linsenförmig an, nimmt aber rasch wieder zur Stärke von 65 cm. ab 0,65 „
11. Leicht gestauchtes graugrünes und rosagefärbtes Gestein 0,30 „
10. Roter Letten mit grünlichen, leicht gefalteten Streifen 0,80 „
9. Wechselnd rote, blaue, graue und gelbe Lettenstreifen mit sandigen Schichten (entsprechend Profil I, 3.) 0,80 „

[1]) Geogn. Jahreshefte, 1888 u. 1889: Die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken. 1889 p. 160.

Schilfsandstein.	8. Graubrauner Sandstein (Schilfsandstein)	2,00 m.
	7. Rotviolettes Eisenoolithbänkchen, nach oben in stark sandigen roten Thon übergehend; leichte nach N. (Böschungseinfallsrichtung) gerichtete Faltungen	1,00 „
	6. Ockerfarbiger Sandstein, zuweilen sehr stark (bis 0,80 m) anschwellend	0,15 „
	5. Harter, hellbrauner thoniger Sandstein	0,10 „
	4. Brauner sandiger Mergel	0,50 „
	3. Graubrauner sandiger Mergel	0,30 „
	2. Graublauer und bräunlicher Letten	0,15 „
	1. Schilfsandstein, graubraun thonig, geschichtet	1,00 „ und mehr.

Durch die liebenswürdige Ueberlassung eines Brunnenprofils seitens des Besitzers der Ziegelei, des Herrn Ingenieur Körner, bin ich in der Lage, das Profil nach unten (ca. 30 m. unter die Thalsohle) noch weiter zu ergänzen:

Profil IIa.

Profil II (9—1.)	Roter Letten	1,10 m
	Gelber thoniger Schilfsandstein	5,50 „
1.	g. „Felsen“ (Sandstein)	0,20 „
	f. Blauer Letten	1,20 „
	e. „Felsen“, graugrün (Sandstein) (cf. p. 9)	0,30 „
	d. Blauer Letten	12,04 „
	c. Blauer Sandstein	2,36 „
	b. Letten	3,48 „
	a. Sandstein	13,82 „
		40,00 m

unter 1a befindet sich der Wasserhorizont für den Brunnen, der wohl durch die unteren Estherienschichten gebildet wird.

Die unter No. 14 des Profils No. II beschriebene Sandsteinbank findet sich in allen Lehmgruben der Ziegeleien zwischen Langenzenn und Siegelsdorf. — Das Auskeilen bei dem vorliegenden Profil ist nur vorübergehend, denn auch in einem Aufschluss des linken Zennufers fand ich sie wieder,

doch erschien sie in allen Aufschlüssen in verschiedener Mächtigkeit. — Diese Sandsteinbank dürfte dem von Thürach[1]) erwähnten Freihunger Sandstein entsprechen.

Der Schilfsandstein in dem vorliegenden Gebiet gehört dem Bereich der Flutfacies[2]) an, er ist bräunlich, oft gefleckt porös, weich und zeigt häufig stark thonige Zwischenlagen, so dass die oberen Schichten, soweit sie erschlossen sind, bei der Ziegelfabrikation auch unter die Berggypsmergel gemengt werden. Härtere, als Bausandstein zu gebrauchende Sandsteine, wie z. B. die von Kastell, werden wohl durch die Schicht 1a, Profil IIa repräsentiert werden.

Wir haben es hier mit dem Product einer ganz besonders mächtigen Flutbewegung zu thun; die Nähe der Küste würde den wechselnden petrographischen Charakter des Schilfsandsteins erklären lassen. Die Mächtigkeit des Schilfsandsteins ist hier ca. 39 m, also noch bedeutender als die von Thürach angegebene Maximalmächtigkeit von 35 m bei Sugenheim und bei Lichtenau.

Die chemische Untersuchung des thonigen Schilfsandsteins ergab:

$Si\ 0_2$ (+ $Ti\ 0_2$):	64,50
$Al_2\ 0_3$:	22,20
$Fe_2\ 0_3$:	3,40
Fe 0:	—
:0 C	0,30
Mg 0:	0,25
K_2 0: / Na_2 0:	4,23
$S\ 0_3$:	0,21
Glühverl.:	5,80
	100,89

Es handelt sich hier also um ein ziemlich thoniges Gestein, wie besonders die rationelle Analyse ergibt:

[1]) Thürach, a. a. O. 1888, pag. 149, s. S. 12 Anm.

[2]) Thürach, a. a. O., p. 135 u. ff.

Thonsubstanz und Basen:	54,10
Quarz Glimmer und Feldspath	45,90
	100,00

Die Berggypsletten sind gut plastische Ziegelmaterialien, die vor allem wegen ihrer bedeutenden Mächtigkeit und der günstigen Lage an den Eisenbahnlinien, von denen sie geradezu angeschnitten werden, verarbeitet werden. Gypslinsen oder -Schnüre konnte ich in den Aufschlüssen nie beobachten; es ergab auch die Analyse der Letten nur einen geringen Gypsgehalt, der aber für die Verwendung der Mergel zu keramischen Zwecken schon störend in Betracht kommt.

Die grünen sandigen Zwischenlagen und einzelne schwache dolomitische Steinmergelbänke sind wohl als Vertreter des Gypses zu betrachten.

Der erwähnte Gypsgehalt (0,60 %), sowie der schwankende Kalkgehalt und einige Einlagerungen von dolomitischen Knollen sind zwar für die Fabrikation gewöhnlicher Mauersteine nicht sehr hinderlich, gebieten aber für Herstellung besserer Ziegeleiprodukte Vorsicht und erfordern zum mindesten eine sehr sorgfältige Aufbereitung des Ziegelgutes, die namentlich in der guten Homogenisierung und der Beseitigung des Gypses zu bestehen hätte. Die Verwendung der thonigen Schilfsandsteinschichten drückt den Gypsgehalt etwas herab und ist als Magerungsmittel der fetten Berggypsletten recht geeignet.

Wie sehr der Kalkgehalt der Berggypsschichten wechselt, geht daraus hervor, dass sich neben Proben von ca. 2 % Ca O solche mit bis zu 10 % Ca O vorfanden.

Die Lehmgruben der Ziegelei südlich des Bahnhofes Langenzenn zeigen interessante Faltungen und Stauchungen der Berggypsschichten, welche von Thürach[1]) als von glacialen

[1]) Ueber einige wahrscheinlich glaciale Erscheinungen im nördl. Bayern. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1896. p. 665.

Ursachen herrührend erklärt wurden, während Blanckenhorn[1]) die Störungen der Lettenlagerung durch Bodenbewegungen deutet. — Insbesondere die Thatsache, dass sich in den durch die Faltung entstandenen Taschen Gesteinsblöcke finden, welche beim Einwirken ein Aufpressen der sie umgebenden Thonmasse bewirkt haben mochten, spricht sehr für die Blanckenhorn'sche Annahme.

Seit den Aufnahmen von Thürach und Blanckenhorn ist nun noch eine Grube neben den dort geschilderten geöffnet worden, die diese Auffaltungen und Stauchungen in schönster Weise zeigt.

Es ist immerhin auffallend, dass sich nur bei den in unmittelbarer Nähe beisammen liegenden Gruben solche Schichtstörungen finden, während in einer am anderen Ufer der Zenn liegenden Grube nur schwach wellige Biegungen sich zeigen, vollends aber in der ca. 1 km entfernten Grube sich auf einer Strecke von 40 m eine vollständig horizontale Lagerung zu erkennen gibt; auch in den Raindorfer Aufschlüssen sind nur unbedeutende wellenförmige, langgezogene Straten zu beobachten; ebenso herrscht in den Lehmgruben bei Siegelsdorf horizontale Lagerung der Schichten.

Wenn der Gletscher, den Thürach vom Dillenberg (südvon Langenzenn) nach Norden sich bewegen lässt, die Ursache der Schichtstörungen ist, so wäre es doch mindestens auffallend, dass dieser die links der Zenn gelegenen Partien und die in der Nähe der gestauchten Letten-Schichten gelegenen ebenfalls am rechten Ufer der Zenn befindlichen Höhen nicht beeinflusst haben sollte. Auch dort befindet sich über den Berggypsschichten Sand mit Sandsteinblöcken. Die Sandmaschen werden vielleicht als Eluvialprodukt des Blasensandsteins zu betrachten sein, während die geglätteten quarzitischen Platten, die ebenfalls dem Blasensandstein angehören, infolge ihrer Härte natürlich wesentlich besser der Zerstörung widerstanden haben.

---

[1]) Theorie der Bewegung des Erdbodens. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1896. p. 382.

Diesem Umstand ist auch die Glättung zu verdanken. indem verwitterte Sandsteinpartikelchen durch das Wasser über die quarzitischen Platten bewegt, diese gewissermassen polirt haben, so dass man zu ihrer Erklärung glaciale Ursachen anzunehmen nicht benötigt.

Dem Auftreten von geglättetem Hornstein ist deswegen keine besondere Bedeutung beizumessen, da solche Feuersteinstücke mit vorzüglicher Glättung auch auf Höhen bei Wilhermsdorf, westlich von Lanzenn sich finden, auf der linken Uferseite des Zenn, wo sich ebenfalls wie auf der gleichen Seite bei Langenzenn keine grösseren Stauchungserscheinungen beobachten liessen. Es müsste also, wollte man die Störungen durch Glacialwirkungen erklären, diese Wirkung genau bei den von Thürach geschilderten Lehmgruben zum scharfen Abschluss gekommen sein, was doch nicht sehr wahrscheinlich ist.

Die Analyse des Berggypsmergel ergab:

a) Gesamtanalyse:

SiO_2 (+ TiO_2:	57,10
Al_2O_3:	23,95
Fe_2O_3:	4,15
FeO:	—,—
CaO:	2,60
MgO:	1,01
K_2O: / Na_2O:	6,00
SO_3:	0,35
Glühverlust	6,17
	101,33

b) Rationelle Analyse:

Thonsubstanz und Basen:	63,50
Quarz und Silikate:	36,50
	100,00

Der Blasensandstein.

Westlich von Nürnberg dehnt sich ein sanft welliges, von flachen Thalrändern durchzogenes Hügelland aus. Die blühende landwirtschaftliche Kultur dieses Terrains — unmittelbar um Nürnberg als das sogen. Knoblauchsland bekannt — unterscheidet dasselbe vorteilhaft von den dürftigen Föhrenwäldern und Feldern des benachbarten Diluvialgebietes.

Geologisch wird dieses Gebiet von der von Gümbel[1]) als Semionoten- und Blasensandstein bezeichneten Keuperstufe gebildet.

Da ihre Entwicklung mit der weiten nördlich zu beobachtenden Ausbildung des Semionotensandsteines nicht scharf zu identificiren ist, so erscheint die Bezeichnung Blasensandstein für das Arbeitsgebiet zutreffender.

Thürach[2]) hat den fränk. Keuper in 3 Zonen geteilt, eine raudliche oder Uferzone, eine mittlere und eine äussere Zone. Das Gebiet um Nürnberg gehört der randlichen Zone an; für den Blasensandstein dieses Terrains ist bei Hummel[3]) die folgende Zweiteilung aufgestellt:

> Oben: Rote nnd grane Lettenlagen mit vereinzelten Steinmergelbänken und grobkörnige manganreiche lockere Sandsteine mit Thongallen, Dolomitknollen, Geröllen und verkieselten Hölzern 15—35 m
>
> Unten: grobkörnigere, festere, löcherige quarzitische Blasen- und Plattensandsteine 10—15 m

Diese Aufstellung stimmte gut mit meinen Beobachtungen überein, nur scheint mir, dass das Auftreten einer Lage harter quarzitischer Sandsteinplatten von 10—25 cm Stärke über den Letten noch mehr berücksichtigt werden müsste.

Vielleicht ist dieses Vorkommen als das Aequivalent des Coburger Bau- oder unteren Semionotensandsteines im Sinne der Thürach'schen Einteilung zu betrachten, um so mehr als nach Proescholdt[4]) bei abnehmender Stärke der

[1]) Frankenjura p. 56, Erltg. z. Bl. Bamberg u. a. O.

[2]) Geogn. Jahresh. 1889.

[3]) Geolog. agron. Stud. im Bereich d. westl. Ufers der Regnitz b. Erlangen. Inaug. Diss. Erlg. 1896.

[4]) Jahrbuch d. k. preuss. geolog. Landesanstalt 1884. S. LXV. u. Thürach. a. a. O. 1889 p. 20.

Sandsteinplatten sich reichlich quarzitisches und dolomitisches Bindemittel einstellt und die Sandsteinbänke dadurch sehr hart werden. Auch Thürach[1]) erwähnt das Vorkommen solcher Platten bei Ansbach u. and. Orten im Coburger Bausandstein.

Die Letten sind von rotbrauner Farbe, meist horizontal gelagert und häufig von horizontalen oder diagonalen grünlichen, sandigen, oft dolomitischen Streifen durchzogen. — Oefters — in den oberen Lagen — treten dolomitische Einlagen, Knollen oder „Quacken" auf, die bald fest und dann reicher an dolomitischem Bindemittel, bald feldspathhaltig sind, bald mürber und dann sandiger werden.

Die Analyse eines solchen Steinmergelknollen aus der Gegend von Zirndorf ergab nach Gümbel[2]):

$Si\ O_2$ + (Ti O_2 0,02)	56,93
$Al_2\ O_3$:	24,46
$Fe_2\ O_3$:	7,42
Fe 0:	0,49
Mn 0:	0,15
Mg 0:	1,29
Ca 0:	0,59
K_2 0:	4,24
Na_2 0:	0,24
$S\ O_3$ + Cl:	0,07
C O_2:	0,14
H_2 0 u. Organ:	3,98
	100,18

Ein Dünnschliff liess erkennen, dass es sich hier um eine Arkose aus Feldspath und Quarzkörnern mit wenig dolomitischem Bindemittel handelte; spärlich waren noch vorhanden Magnetit und chloritische Substanz.

Der petrograph. Charakter der Letten ist der eines fetten, plastischen Lehmes, frei von gröberen Sandkörnern;

[1]) a. a. O. p. 36.

[2]) Erltg. z. Bl. Neumarkt der geolog. Karte von Bayern, pag. 10.

mikroskopisch waren zu erkennen: Quarzkörner, stark abgerundet, Zirkon (sehr häufig), darunter grössere mit Einschlüssen und Gasporen, ferner Magnetit, Anatas in Tafeln, Rutil, Glimmer und Feldspath (Plagioklas).

Der Sandstein ist im Arbeitsgebiet als weiches grünliches Gestein ausgebildet, der Magnesiaeisenglimmer ist häufig chloritisirt, das Bindemittel ist kalkfrei oder nur schwach dolomitisch, Feldspath findet sich nicht selten; meist aber ist er auf Arkoseeinschlüsse beschränkt, die ich vereinzelt als Lesestücke gefunden habe.

Charakteristisch sind Thongallen, die oft auswittern, wodurch dem Sandstein ein löcheriges, blasiges Aussehen verliehen wird, das seinen Namen veranlasst.

Auch Hornsteinknollen und Chalcedon, wie weissgeaderte Lydite finden sich öfters (z. B. Zirndorf, Herzogenaurach) — Gyps konnte ich nur äusserst selten beobachten.

Mikroskopisch vorhanden fand Thürach[1]), Zirkon, Rutil, Turmalin, Granat, Staurolith, Magnet- und Titaneisen, und Anatas.

Eigentümlich ist das häufige Auftreten von Mangankollen im oberen Blasensandstein; nach Gümbel[2]) enthält ein solcher durch Manganoxyd schwarz gefärbter Sandstein aus der Nähe von Roth: 3, 14% $Mn_2 O_3 + Mn O_2$.

Aufschlüsse finden sich öfters in den Lehmgruben der zahlreichen Ziegeleien, so z. B. das in der Ziegelei Eltersdorf:

Profil III.

3. Oben: Brauner Sand[3]) mit festen quarzitischen Sandsteinplatten 0,80 m.

---

[1]) a. a. O.

[2]) Erltg. z. Bl. Nenmarkt pag. 11.

[3]) Der braune Sand dürfte vielleicht verwitterter Coburger Bausandstein (unterer Semionotussandstein) sein, in dem sich nur die qnarzitischen Platten noch erhalten haben.

2. Rotbrauner Letten, zuweilen graugrün, dann wieder violettfarben, oft gefleckt; kleinere und grössere sandig dolomitische Aederchen ziehen sich durch. — Oben öfters Quacken, nach unten wird der Lehm immer sandiger und geht allmählig nach 4,00 „

1. in mürben graugrünen Sandstein über.

Der Lehm liegt auf einer kleinen leicht gewölbten Kuppe und dürfte bei der grossen Produktion der Ziegelei sich bald als sehr knapp erweisen.

Die chemische Analyse einer Durchschnittsprobe der Lettenschichten (wobei auch feine dolomitische Schnüre mit eingeschlossen sind) ergab:

$Si\ 0_2$:	48,95	In Schwefelsäure zersetzbar:	
$Al_2\ 0_3$:	14,22	(Thonsubstanz + Basen):	48,24
$Fe_2\ 0_3$:	6,48	Sand:	40,44
Ca 0:	7,21[1])	Feldspath: + Glimmer:	11,33
Mg 0:	3,37		100,00
K_2 0:	4,21		
Na_2 0:	2,52		
So_3:	Sp.		
Mn 0:	1,27		
Glühverlust:	11,31		
	99,54		

Schon unter Seger-Kegel 5 war der Lehm zu einer Schlacke geschmolzen.

Bei sorgfältiger Aufbereitung werden die kalkigen und dolomitischen Partien unter die übrige Lehmmasse gleichmässig verteilt und dann ist der Lehm des Blasensandsteins ein zu allen Ziegeleiprodukten gut geeignetes Material.

Die Ziegeleien bei Zirndorf bieten dem Eltersdorfer ähnliche Profile; dort befindet sich eine grössere Ziegeleiproduktion vereinigt, welche derjenigen von Siegelsdorf und Langenzenn nicht sehr viel nachsteht.

---

[1]) Eine ausgesuchte Probe des rein thonigen Lettens ergab dagegen nur 3,07% Ca 0 und 2,60% Mg 0.

Der Burgsandstein.

Die Burgsandsteinstufe setzt sich zusammen aus einem Wechsel von Sandstein- und Lettenschichten in einer Mächtigkeit von 25—30 m. Die Sandsteine sind bald fein-, bald grobkörnig, stellenweise gehen sie in eine dolomitische oder quarzitische Arkose über;[1]) zu letzterer gehören die Wendelsteiner Mühl- und Pflastersteine. Der Burgsandstein bildet das hauptsächlichste Baumaterial von Nürnberg, die Lettenschichten finden für Ziegeleien häufig Verwendung. Nicht selten beobachtet man Gerölle aus palaeozoischen Formationen in den oberen Lagen, so sind namentlich bei Zirndorf schwarze weissgeaderte Lydite häufig. Die dolomitische Arkose dagegen ist durchaus nicht öfters nachzuweisen, so dass eine Dreiteilung in unteren Burgsandstein, Coburger Festungssandstein oder dolomitische Arkose und eigentlichen Burg- oder Stubensandstein, wie sie von Bamberg nach Norden durchgeführt ist[2]), im südlichen Mittelfranken nicht mehr ausführbar ist.

Bei Hummel[3]) findet sich eine Parallelisierung der mittleren Keuperschichten in Franken, der ich die von Hummel für die randliche oder Uferzone gebrachte Einteilung und die von Gümbel[4]) gewählte Einteilung für die Blätter Kronach, Bamberg, Ansbach entnehme:

Hummel.	Gümbel.
Burg- oder Kellersandstein 6—7 stärkere weisse oder rötliche Sandsteinlagen, getrennt durch 5—6 Lettenlagen 25—50 m.	„k. 8." Ob. Burgsandstein 15—30 m „k. 7." Dolom. Arkose 20—24 m „k. 6." Unterer Burgsandstein: vorherrschend weissliche Sandsteine und bunte Lettenschiefer, zuweilen Mergel mit Gyps 30—80 m.

Diese Gliederung möchte ich noch dahin vervollständigen, dass ich ihr die im Arbeitsgebiet am häufigsten sich zeigende Schichtenfolge beifüge:

---

[1]) cf. Gümbel, Erltg. z. Bl. Neumarkt pag. 12.

[2]) Blatt Kronach der Gümbel'schen geol. Karte v. Bayern.

[3]) Geolog. agronom. Studien im Bereich des westl. Ufers d. Regnitz bei Erlangen Diss. Erlg. 1896.

[4]) Frankenjura pag. 56. Geologie v. Bayern p. 732.

Profil IV.

4. Rote, weisse und rosa Streifen von sandigthonigem Gestein, von roten oder grünen, rasch sich auskeilenden Lettenbänkchen unterbrochen, in langgezogenen Straten 5—8 m.
3. rosa gefärbter Bausandstein 2 „
2. rote Letten (Hauptlettenbank[1]) 1,5 „
1. weisslicher Bausandstein 15—20 „

Innerhalb des Arbeitsgebietes tritt der Burgsandstein auf:

1. nördlich von Nürnberg, an der Westseite des Zuges Kalchreuth-Eschenau, wo er in zahlreichen Brüchen erschlossen ist, deren bekanntester am Ohrwaschel bereits von Lissack[2]) aufgenommen wurde.

Eine grosse Lehmgrube befindet sich von Nürnberg ca. 4 km entfernt, im Walde nach Heroldsberg zu. Es sind die oberen thonig-sandigen Schichten, die hier zwar sehr thonig ausgebildet sind, aber noch viele Sandzwischenlagen, grobe Conglomerate quarzitischer Art und häufig sogen. Quacken eingeschlossen zeigen. Ueber dem Letten lagert ein dünnblätterig geschichter weicher und thoniger Sandstein.

Die Letten wechseln in rascher Folge in den Farben grün, hellrot, dunkelrot je nachdem gerade an den einzelnen Stellen die organischen Substanzen mehr oder minder reduzirend eingewirkt haben.

Ein 2. Vorkommen erstreckt sich südlich von Heroldsberg nach Rückersdorf; von den vielen Aufschlüssen will ich nur die an der Eisenbahnlinie Nürnberg-Lauf in der Nähe von Rückersdorf gelegenen, jetzt grösstenteils verlassenen grossen Steinbruche namhaft machen.

3. Bei Mögeldorf am Schmaussenbuck beginnt eine abermalige Verbreitung des Burgsandsteins, der sich in ausgedehnter Weise durch den östlichen Teil Mittelfrankens hindurch erstreckt.

[1]) Als Hauptlettenbank möchte ich sie wegen ihrer Constanz und Gleichartigkeit in den meisten Aufschlüssen bezeichnen.

[2]) Die geogn. Verhältnisse der Umgegend von Kalchreuth-Eschenau. Inaug Dissert. Erlangen, 1894.

Am Schmaussenbuck, wo mehrere grosse Steinbrüche in Betrieb sind, hat der Burgsandstein auch in den oberen Lagen einen mehr sandigen Charakter — es fehlen hier die abgetrennten starken Lettenschichten — dafür ist der Bausandstein selbst durchwegs thonig und mürbe.

Von Burgsandsteinletten sind schon Analysen vorhanden, ich beschränkte mich daher auf die rationelle Analyse und citire nach A. Müller[1]) die dort untersuchten Lehme von Sieglitzhof östl. von Erlangen.[2])

Die Zusammensetzung beträgt:

SiO_2:	56,7	60,6	56,9
Al_2O:	14,5	13,9	12,8
Fe_2O_3:	8,2	7,4	7,8
CaO:	1,3	0,9	2,5
MgO:	2,1	2,0	3,6
K_2O:	3,5	3,7	2,6
Na_2O:	0,5	0,7	0,9
P_2O_5:	0,5	0,5	0,5
Glühverl:	12,6	9,2	11,4
SO_3:	Sp.	Sp.	Sp.
	99,9	98,9	99,0.

Die rationelle Analyse vom Burgsandsteinletten der gleichen Localität ergab:

Thonsubstanz:	64,77
Quarz + Glimmer: + Feldspath:	35,23
	100,00

Bei Segerkegel 5 war die Probe schon geschmolzen zu einem schwarzgrünen Glas.

Nach der mikroskopischen Untersuchung des Schlämmrückstandes ist Feldspath nur in geringer Menge vorhanden. Aus der im Rückstand nach der Behandlung mit H_2SO_4 etc.

[1]) Inaug. Diss. Erlg. 1892. p. 10. 18—21. Zur Kenntniss d. Mergel.

[2]) Für die Profile dieser Lehmgruben verweise ich auf Bettinghaus, (Die geogn. Verhältnisse des Rathsberges, Inaug. Dissert. Erlg. 1895).

enthaltenen Alkalimenge ergäbe sich ein Feldspathgehalt von 6,38%, wobei aber der Gehalt an Glimmer noch zu berücksichtigen wäre, das Resultat also nur annähernd brauchbar sein kann. — Der in der Analyse sich findende Gehalt an Kalk und Magnesia erklärt sich aus kleinen dolomitischen Knöllchen, die in der Thonmasse sehr fein verteilt sind.

Die Alkalien sind zum grössten Teil in der Thonsubstanz enthalten. Der hohe Phosphorsäuregehalt ist auffallend, um so mehr als weder organische Reste, um die sich Calciumphosphat concentrirt hätte, noch Apatit sich finden.

An mikroskopischen Mineralien fanden sich im Letten Zirkon und Rutil, ferner Feldspath, Magnetit, Kaliglimmer, Granat, Bergkrystall. Thürach[1]) gibt als selten noch weiter an: Anatas, Turmalin, Apatit.

Der Burgsandsteinletten eignet sich zur Ziegelfabrikation, wobei jedoch die vielen sandigen Beimengungen und die Conglomerate störend wirken.

Es ist daher eine sorgfältige Aufbereitung vorher erforderlich. — Angenehm ist der geringe Gehalt an schwefliger Säure, da hierdurch keine Sulfate sich bilden, die später zur Auswitterung auf der Oberfläche des Steines Veranlassung geben würden.

Zur Kenntnis der in dem Burgsandsteinletten sich findenden Quacken citire ich eine Analyse von Benner.[2])

Gangart:	21,30
Ca CO_3:	41,42
Mg CO_3:	19,87
$Al_2 O_3$ $Fe_2 O_3$:	9,50
$H_2 O$:	7,41
	99,50

Ein Dünnschliff solcher Quacken zeigte Quarzkörner mit Kalkcarbonat und Kalkspath verkittet, dazwischen Manganputzen und einen vereinzelten abgerollten Granatkrystall.

[1]) Mikroskop. Zirkon- und Titanmineralien, Inaug. Dissert. Würzburg, 1884.

[2]) Beiträge zur Geologie und Agronomie des Schwabachthales bei Erlangen, Inaug. Diss. 1896.

Die Zusammensetzung des Burgsandstein (Bausandstein) ist sehr schwankend, so findet sich Thonerde darin von 1 bis zu 25%. — Ich verweise hier auf die p. 35 befindlichen Analysen.

An Petrefakten ist nur das nicht seltene Vorkommen von *Araucarioxylon keuperianum* Göpp. zu erwähnen.

Eigenartig ist das Vorkommen von Walkerde, eines grünlichen Lettens, der sich bei Herzogenaurauch und bei Tütschgenreuth (bei Bamberg) findet. — Eine Analyse des letzteren[1]) ergab:

$Si\ O_2$:	60,00
$Al_2\ O_3$	14,50
$FeO + Fe_2\ O_3$:	11,70
$Mn\ O$:	0,75
$Ca\ O$:	0,60
$Mg\ O$:	Sp.
$K_2\ O$:	4,85
$Na_2\ O$:	1,55
$H_2\ O$:	7,00
CO_2:	Sp.
	100,95

Der Zanclodonletten.

Von dem Burgsandstein ist die nachfolgende Stufe des Zanclodonlettens in petrographischer Hinsicht sehr verschieden.

Während der erstere durch einen beständigen Wechsel von sandigen und thonigen Schichten charakterisiert ist, repräsentirt der Zanclodonletten den Absatz einer nicht stark bewegten Schlammmasse, bei der es erst nachträglich durch Concretionsbildung zur Ausscheidung einiger weniger, vorwiegend kalkiger Bänke gekommen ist.

Die Zusammensetzung der Zanclodonletten ist von denen der Burgsandsteinlehme dadurch verschieden, dass die ers-

[1]) Geogn. Jahreshefte 1894. pag. 82.

teren etwas grösseren Thongehalt besitzen, was mit der oben ausgesprochenen Vermutung in Einklang steht.

Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt 30—45 m., es sind wie die Burgsandsteinletten intensiv rote Lehme, die Farbe geht jedoch etwas mehr in's Violette als bei jenen; in den kalk-dolomitischen Bänken wurden die Funde von *Plateosaurus Engelhardi* v. Meyer und von *Zanclodon bavar.* E. Fraas gemacht. Diese Bänke sind sehr hart und werden eifrig als Beschotterungsmaterial gesucht.

Ein Dünnschliff eines solchen Gesteines zeigte abgerundete Kalksteintstücke verkittet durch Kalkspath, dazwischen spärliche Quarzkörner; Feldspathreste konnten nicht beobachtet werden.

Der Zanclodonletten ist nur an wenigen Stellen aufgeschlossen; bei Ottensoos (östlich von Lauf) fand sich in der Nähe einer Ziegelei, welche den Zanclodonletten verarbeitet, folgendes Profil:

Profil V.

Zu oberst: 3. Roter sandiger Letten, allmählig in eine

2. graue Schicht übergehend, mit mehr oder minder harten sandig-dolomitischen Bänken von grauem bis bräunlichem Aussehen — (häufiges Vorkommen von schwarzen Mangandendriten). — Die Bänkchen erreichen bis 0,50 m, keilen sich aber rasch aus.

1. Rotviolette Letten mit Steinbänken, dazwischen graugrüne wellig gebogene Lettenstreifen.

Die Verbreitung der Zanclodonletten finden wir zu nächst westlich von Kalchreuth über dem Burgsandstein; südlich von Heroldsberg ziehen sie sich um den Jurazug bis nach Lauf, wo sie sich weiter südlich nach dem Moritzberg zu erstrecken, hier jedoch meist durch Diluvialablagerungen überdeckt. Am Heuchlinger Berg finden sie sich zuweilen dunkelgrau gefärbt durch Reduction, teilweise mit Diluvialsand überlagert; auch das grosse Diluvialgebiet zwischen

Rückersdorf und Altdorf hat zum Teil Zanclodonletten als Grundlage.

Die Analysen zweier Proben von Zanclodonletten ergaben:

	I.	II.	III.	IV.
$Si\ 0_2$:	59,24	58,22	55,5	61,8
$Al_2\ 0_3$:	21,05	17,73	16,7	11,1
$Fe_2\ 0_3$:	6,16	—,—	8,9	5,2
Fe 0:	2,19	8,42	—,—	—,—
Ca 0:	—,—	1,01	2,2	0,4
Mg 0:	Sp.	0,30	1,5	0,9
Mn 0:	nicht bestimmt	—,—	—,—	—,—
SO_3:	Sp.	0,02	Sp.	—,—
K_2 0:	2,52	2,54	3,0	3,5
Na_2 0:	2,06	2,09	2,0	1,1
Glühverlust:	8,20	8,39	9,2	8,6
$P_2\ 0_5$	—,—	—,—	0,6	0,4
	101,42	99,72	99,6	100,0

I. Von Ottensoos } anal. vom Verfass.
II. „ Heuchling b. Lauf }
III. „ Spardorf, roter Letten
IV. „ Sieglitzhof, graugrüner Letten nach Müller, a. a. O.

Die mikroskopische Bestimmung der Schlämmrückstände ergab die gleichen Accessorien wie beim Burgsandstein, Thürach[1]) fand ausserdem noch Staurolith.

Die im Zanclodonletten enthaltenen Quarzkörner haben grössere Dimensioneu wie die im Burgsandsteinletten; dadurch sind sie beständiger in höheren Temperaturen bei sonst ähnlicher Zusammensetzung.

Durch das Freisein von Conglomeraten eignen sie sich sehr gut zur Ziegelfabrikation. Die Farbe des gebrannten Lehmes ist eine angenehm dunkelrote.

Der Schmelzpunkt liegt bei Seger-Kegel 15.

Die rationelle Analyse ergab für:

[1]) Geogn. Jahreshefte 1889, pag. 72.

	I.	II.
Thonsubstanz:	66,15	69,99
Quarz:	25,16	30,01
Glimmer:	8,69	
	100,00	100,00.

Trotz der grossen Mächtigkeit und der guten Verwendbarkeit wird dieses Material weniger zur Ziegelindustrie verwendet als das anderer Horizonte; vor dem Burgsandsteinletten hat es in erster Linie den Vorzug grösserer Gleichmässigkeit und Mächtigkeit.

Besonders dürfte der Zanclodonletten sich bei seinem hohen Thonsubstanz- und Eisenoxydgehalt für bessere Ziegeleiprodukte recht gut eignen.

Der Rhät.

Von allen Formationsgliedern, die innerhalb des Arbeitsgebietes untersucht wurden, ist weitaus das wichtigste der oberste Keuper, der Rhät. — Nicht nur allgemein geologisch erweckt er das meiste Interesse, er erlangt auch wegen der darin vorkommenden technisch wertvollen Thonlager eine ganz besondere Bedeutung.

Lange war es zweifelhaft, wo man dieses Glied unterbringen sollte, ob es zum Keuper zu rechnen sei oder zum Lias oder als selbstständige Formation zu betrachten sei. Nicht nur in Franken, sondern auch in Schwaben[1]), im Hannöverischen und Braunschweigischen[2]), allgemein in Norddeutschland[3]), sodann in England[4]), in Irland[5]),

[1]) Queustedt, Flötzgebirge Württembergs 1843, pag. 110 u. ff.

[2]) A. Schlönbach, Beitrag zur genauen Niveaubestimmung des auf der Grenze zwischen Keuper und Lias im Hannöverischen etc. auftretenden Sandsteins, N. Jahrbuch. f. Miner. 1862, pag. 142 und ff.

[3]) Credner, Ueber die Grenzgebilde zwischen dem Keuper und Lias am Seeberg bei Gotha und Norddeutschland überhaupt. N. Jahrb. f. Miner, 1862.

[4]) Strichland, Proc. of th. geol. Soc. Vol. III., pag. 586 und 732. Vol. IV. pag. 17, Murchison, Geol- of Cheltenham 1845, pag. 54.

[5]) Portland, in Geol rep. on London derry, pag. 90.

in Frankreich zu Valognes in der Normandie[6]), bei Lyon[7]) wurden diese Schichten nachgewiesen.

Die in der schwäbischen Ausbildung auftretende Anhäufung von Muscheln (Avicula, Modiola, Cardinia etc.), sowie von Zähnen, Knochen und Fischschuppen veranlassten Quenstedt zur Bezeichnung Bonebed, eine Bezeichnung, die in England für dieselbe Facies von Buckland und Conybeare[8]) gewählt worden war.

Da wurde durch die Arbeiten v. Hauer's, Escher's v. d. Linth, Pet. Merians und vor allem Oppel's und Süss' die Identität der Fauna dieser sog. Bonebedschichten des extraalpinen Keupers mit einer Stufe des alpinen Keupers, d. h. der Kössener Schichten nachgewiesen.[1]) — Dies gilt für die obersten Keuperschichten im Allgemeinen, im Einzelnen weichen natürlich die Ausbildungen in den verschiedenen Gegenden von einander ab. — Für Franken kamen die Arbeiten von Braun und Popp in Betracht[2]) und zwar erregte das Thema hier besonderes Interesse, da man in den Thonschiefern eine reiche Fundstätte fossiler Pflanzen entdeckt hatte, deren endgültige und vorzügliche Bearbeitung Schenk in seinem Werke: „Die fossile Flora der Grenzschichten zwischen Keuper und Lias 1867" niedergelegt hat.

1864 veröffentlichte Gümbel in den Sitzungsberichten d. k. b. Acad. d. Wiss. eine Abhandlung über das Knochenbett und die Pflanzenschichten Frankens, in der er an Hand einer grossen Zahl von Profilen nachwies, dass in Franken sowohl thatsächlich eine Bonebedschicht vorhanden ist, als auch, dass die pflanzenführenden Lettenschiefer als Aequivalent der Bonebedlagen betrachtet werden können. Die für das Bonebed charakteristischen Fossilien, die Gümbel bei Strullendorf östl. von Bamberg fand, waren:

[6]) Defrance. Ann. d. l. soc. Linn. d. l. Normandie.

[7]) Leymerrie, in Mém. d. l soc geol. d. Fr. Vol. III.

[8]) Transact. geol. Soc. 2. Serie, Vol. I. p. 301.

[1]) Sitz. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien Bd. XXI. p. 535. Juli 1856.

[2]) Sitz. Ber. d. k. geol. Reichsanstalt 1862 Bd. XII. (Gümbel, a. a. O. p. 224), Pfaff (N. Jahrb. 1857., p. 4. u. ff.) sowie Credner (a. a. O.)

Sargodon tomicus Plien.
Ceratodus cloacinus Qu.
Hybodus cloacinus Qu.
Cardinia cf. accuminata Mait.

Ist das Bonebed vorhanden, so befindet es sich als grobkörniger, sehr kieseliger Sandstein mit den Bonebedfossilien über den grauen Schieferthonen des fränkischen Pflanzenlagers, meist jedoch fehlt es und es sind nur die charakteristischen Thonlagen als Aequivalent des Bonebed ausgebildet. Die Gümbel'sche Bezeichnungsweise „Rhät" ist daher umfassender, weil allgemeiner, um so mehr, als in Franken das eigentliche Bonebed äusserst selten und dürftig ausgebildet ist. Auch die Ausbildung der Schieferthone ist eine wechselnde, doch lässt hierbei stets das einzelne Auftreten bestimmte Charakteristiken erkennen.

Vergleicht man die Profile Gümbels, die der anderen oben genannten Autoren und meine eigene Aufnahmen, so ergeben sich für die verschiedenen fränkischen Vorkommen folgende Ausbildungsweisen und Verschiedenheiten: (vergl. Taf. I. Fig. 1—4.)

I. Gebiet um Nürnberg. 1. Ueber dem überall ziemlich gleichartig ausgebildeten versteinerungsleeren Sandstein von mittel-grobem bis feinem Korn und weisser Farbe liegt eine Bank von Lettenschiefern von graublauer, zuweilen fast schwarzer Farbe. War der Thon längere Zeit den Atmosphärilien ausgesetzt, so hat er seine dunkle Farbe mehr und mehr verloren und diese geht zuweilen in eine grauweisse Farbe über.

Diese Thon-Bank liegt meist horizontal auf dem Sandstein, selten ist sie ganz leicht gewellt. Darüber folgt nun entweder eine meist gelblich gefärbte grobkörnigere Sandsteinbank oder — und dies ist am häufigsten — es kommt über den Thonen unvermittelt der Jura in Form des Arietensandsteins.

Die zuweilen vorkommende, eben erwähnte gelbliche Sandsteinschicht ist jedoch nicht als Angulatensandstein, wie

ich anfangs vermutete, anzusprechen; Gümbel[1]) gibt als characteristisch an, dass Angulatensandstein eine besonders häufige Beimengung von mikroskopischen Zirkonkryställchen zeige, was ich auch in einem solchen fraglichen Sandstein über den Thonschiefern (am Heuchlinger Berg bei Lauf) fand. Da aber Zirkon mikroskopisch im ganzen Keuper und Jura verbreitet ist, so möchte ich diesen Kennzeichen für den Angulatensandstein keinen besonderen Wert beilegen.

Der von mir an anderer Stelle, am Centberg bei Bamberg, bei Strullendorf etc. gefundene Angulatensandstein zeigte eine ganz andere Ausbildung; er ist feinkörnig, thoniger als der obengenannte Sandstein, sondert sich in dünnen Platten ab, ist hart, äusserst fein geschichtet und zeigt häufig Cardinien (z. B. Cardinia Listeri) und andere Muschelarten. Man wird daher wohl am sichersten gehen, diesen fraglichen Sandstein bei Heuchling und anderen Orten als zum Rhät gehörig zu betrachten.

Dieser auf den Schieferthon folgende Sandstein ist meist nicht horizontal, sondern wellig gelagert, während der Arietensandstein vollständig horizontal auflagert. In den Steinbrüchen bei Marloffstein kann man diese Ausbildungsweisen nebeneinander gut beobachten; gegen den Ort zu haben wir über den Thonen solche Sandsteinbildung und dann Arietensandstein, gegen die Welluken zu in einem Steinbruch findet man Arietensandstein scharf abschneidend über den Thonen.

Die andere Ausbildungsweise des Rhät ist:

2. Es tritt nur eine schwache Bank von Thon im Bausandstein auf, darunter und darüber ist Bausandstein, über diesem Arietensandstein oder es ist der Thon muldenförmig, rasch sich auskeilend, in den Bausandstein eingebettet. Diese zweite Ausbildungsweise fand ich u. a. in einem Steinbruch bei Oberschöllenbach und bei Schön-

[1]) Geologie von Bayern, pag. 782.

berg (südöstlich von Lauf), sie würde etwa dem Gümbelschen „unteren Pflanzenlager“ entsprechen. (s. p. 32.)

3. Die Wiederholung der Lagen: Sandstein und Thon ist im Gebiet um Nürnberg nur in der Weise vorhanden, dass es sich um eine obere gering mächtige Sandsteinschicht und eine darüberliegende schwache Thonbank, die meist wellig gelagert ist, handelt. (ähnlich dem sogen. „oberen Pflanzenlager“ s. Taf. I. Fig. 4.)

4. Die Thonbank fehlt ganz und es folgt auf den Bausandstein unmittelbar der Arietensandstein.

Die Mächtigkeit des Bausandsteins ist durchschnittlich 10—15 m, die der Lettenbank 1—2 m, stärkere Mächtigkeiten sind Ausnahmen.

II. Die Rhätschichten um Bamberg sind ähnlich entwickelt, doch ist hier der Bausandstein eisenhaltiger, daher gelblicher, thoniger und härter, die Lettenschichten sind seltener und nicht so stark entwickelt, der Arietensandstein ist schwächer und seltener erhalten, dafür tritt der Angulatensandstein auf, der sich von da an durch ganz Oberfranken zieht und ziemlich mächtig ist. Beispiele dieser Art finden sich bei Strullendorf, in der nächsten Nähe von Bamberg selbst, am Centberg NW. von Bamberg, weiter südlich in der Mark westlich von Forchheim.

Im Gebiete von Banz und Lichtenfels findet sich Wiederholung der Thonschieferlagen, eine Erscheinung, die sich in ganz Nordfranken zeigt, so im Gebiet von Burgpreppach, im Itzbezirk, ferner bei Theta unfern Bayreuth, ebenso bei Kirchleus und Patersberg; ebenso oft findet sich aber ein einziges Schieferthonlager und bei mehreren Thonlagern ist das untere fast stets das kräftigste; ähnlich verhält es sich in der Gegend Thurnau-Casendorf und Kulmbach-Veitlahn. Bei Theta finden sich jene berühmten Pflanzenreste, die durch Grafen von Münster und C. Fr. W. Braun ausgebeutet, von Schenk in dem schon genannten Werk beschrieben wurden; die Pflanzenreste haben,

da, wo sie in grösseren Massen angehäuft sind, sogar schwache Kohlenflötzchen bewirkt, so bei Fantasie.

Einen Begriff von der Reichhaltigkeit der rhätischen Flora bekommt man durch die vorgefundenen Pflanzenarten, von denen 46 verschiedene Arten bestimmt wurden, die sich auf die Umgegend von Bayreuth vertheilen.

Gegen Amberg zu und in der Nähe der alten Urgebirgsküste wird der Rhätthon immer schwächer und der Sandstein immer mehr feldspathhaltig und kaolinführend, dabei zeigen die Schichten eine Mächtigkeit von 30—60 m, in der Bucht von Altenparkstein sogar von 200 m.[1]) Die Thone sind rot, Pflanzenreste sind nicht gleichmässig verteilt, sondern nur in grösseren Flötzen vorkommend.

Der Sandstein ist von äusserst wechselnder Beschaffenheit, oft ist er mit Granitgruss vermengt, vergleiche hiezu das Profil Döltsch bei Altenparkstein.[2])

III. Im äussersten NW. findet sich der Rhät mit starken Thonlagen in den Hassbergen bis auf 510 m Höhe und wird dort, wie in der Baunachgegend technisch verwertet.

IV. Im nördlichen Ausläufer des Jura ist der Rhät östlich Coburg in der Coburger Liasinsel mächtig entwickelt. Bei Kipfendorf, nordöstlich von Coburg, ergab eine Grube, in welcher der Rhätthon für eine grosse Fabrik feuerfester Thonwaren abgebaut wird, folgende Schichtenfolge.[3])

oben: Angulatensandsteinplatten		
Gelbgraue Lettenschiefer	1,00	m
Wulstige Platten	0,16	„
Hellgraue Letten	0,75	„
Cardiniensandstein	0,33	„
Eisenschüssiger Sandstein	0,75	„
Rhätthon, oben rötlich, unten schwarz	6,00	„

[1]) cf. Thürach, Geogn. Jahresh. 1889. pag. 77.

[2]) S. Profil Döltsch bei Altenparkstein, Geogn. Jahresh. 1889. p. 80—83.

[3]) Gümbel, Frankenjura, pag. 572—573.

Sandiger Thon mit Pflanzen	15 0 „
Blasiger Sandstein mit eisenschüssigen Stammstücken	0,70 „
Sandige Lettenschiefer mit Pflanzen	0,33 „
Bausandsteinbank	6,50 „

Eine ähnlich starke Entwicklung der Rhätthone findet sich nach meinen Beobachtungen nur noch einmal wieder, in der Nürnberger Gegend, bei Grossbellhofen (cf. pag. 56—57.)

V. Geht man von Nürnberg südlich, so findet man bei Burgthann und bei Prackenfels südlich von Altdorf, wieder Angulatensandstein (bei Prackenfels mit *Am. angulatus*, bei Burgthann mit *Lima pectinoides*), zugleich wird die Lettenschicht unregelmässiger; noch weiter südlich wird das Rhät immer schwächer und statt der grauen pflanzenführenden Thone haben wir hier rote Letten; bei Weissenburg werden die Sandsteine zwar wieder kräftiger, aber die Farbe ist fleckig, braun getigert;[1]) westlich und nordwestlich von Weissenburg endlich verschwindet der Rhät ganz.

Aber nicht nur die Rhätschichten sind hier schwach entwickelt, sondern auch der untere Lias.

VI. In der Hesselberggegend zeigt der Rhät schon eine ähnliche Ausbildung wie im nordöstlichen Schwaben, z. B. Quenstedt, Jura, p. 25: Profil von Mittelbronn. Es fehlt hier der Bausandstein und auch der Rhätthon, dafür ist unmittelbar über dem Zanclodonletten eine grünliche Breccienbildung mit Hornstein, Kohlen, Schwefelkies gelagert. Es wurde eine Zeitlang versucht, den Schwefelkies abzubauen, so bei Dambach und Beyerberg, wo die Versuchsschachte noch vorhanden sind.

Es würde zu weit führen, wollte ich hier alle Profile für die einzelnen Gebiete aufführen, ich verweise für die Profile ausserhalb des Arbeitsgebietes auf die von Gümbel in den Sitzber. d. k. b. Akad. d. Wiss. 1864 und im „Frankenjura“ aufgeführten Profile.

[1]) Gümbel, Erltg. z. Bl. Neumarkt, pag. 13.

Gümbel bringt, Bavaria Bd. IV. 1866, ein Gesamtprofil der schwäbischen, Hesselberg- und fränkischen Facies, das ich folgen lasse und das ich für Franken als Idealprofil gezeichnet habe. Ich möchte mich jedoch nicht zu einer Dreiteilung der sogen. fränkischen Pflanzenlager entschliessen, da es mir scheint, dass es von lokalen Verhältnissen abhing, ob nur ein oder zwei oder drei Pflanzenlagerstätten gebildet wurden, und diese zufällig eingeschwemmten Pflanzenreste bestimmten Horizonten zuteilen zu wollen, scheint mir bedenklich. Noch mehr gilt dies Bedenken für die Auffassung von Sandberger,[2]) der aus dem Fehlen der für Theta, Strullendorf, Jägersburg charakteristischen Farnen in einem Rhätsandsteinbruch bei Burgpreppach schliesst, dass man hier die tiefste infraliasische Flora annehmen sollte:

Unter dem Bausandstein mit Schizoneura hoerensis sp. Hisinger, Anomozamites laevis Brauns sp. u. a. folgt ein schwarzer Schieferthon, den Sandberger noch zum Rhät rechnen möchte.

Ferner fanden sich 1883 beim Brunnengraben in der nahen Umgegend von Burgpreppach in dem gleichen schwarzen Schieferthon glänzende schwarze Belodon-ähnliche Saurierknochen, unter dem Thon Dolomit, dann roter Thon.

Mir will es scheinen, dass man es hier nur mit Zanclodonletten zu thun hat, der durch organische Reste und Einwirkung reduzierender Verbindungen schwarz gefärbt ist, um so mehr als das Vorkommen von Saurierknochen und die dolomitische Zwischenlage gerade aufs lebhafteste für Zanclodonschichten sprechen. — Auch bei Schnaittach will man, wie mir berichtet wurde, unter dem Rhätsandstein auf schwarzen Thon gestossen sein, der allmählig rötliche Färbung annahm.

---

[2]) Bemerkung über die Grenzregion zwischen Keuper und Lias in Unterfranken. (Sitzber. d. phys. und med. Gesellsch. Jahrg. 1884.)

Vergleichsprofil des Rhät nach Gümbel, Bavaria Bd. IV.

Schwäbische Facies	Hesselberg-Facies	Fränkische Facies.
Hangendes: Stufe des Ammonites planorbis.		
Gelber Letten $^1/_2$'	Grauer Lettenschiefer mit thonigem Sandstein	Sandstein mit Tonzwischenlagen voll Cardinia cf. accnm. 0—1,5'
Lockerer Quarzsand mit Bonebed 1—2"	Schwefelkiesflötzchen mit Sandkörnern u. Kohlenbrocken. Ostrea irreg. Mytilus minntus, Lima praecnrsor, Cardinia cf. accnm. 1—3"	Rauher Sandstein mit Schwefelkies n. weiss. Geoden, Sargod tomicns etc. Bonebed 0—4"
		Welliger nnobener Boden mit Lettenschiefer Pflanzen- und Tierresten, Oberes fränkisches Pflanzenlager von Theta 0—2$^1/_2$'
		Intensivgelber od. weisslicher grobkörniger Sandstein oft mit Schwefelkies, Kohlenputzen, Pflanzenstengeln und Saurierknochen 1—8'
		Fetter grauer oder rötlicher Schieferthon mit Pflanzenresten. Mittleres fränkisches Pflanzenlager von Veitlahn-Strullendorf 0—6'
		Hanptbansandsteinbank, feinkörnig, gelblichweiss, zuweilen branngespreckelt 10'
Gelber feiner Sandstein mitConchylien, Avicula contorta etc. 3'	Grünlich grauer Letten mit Hornsteinknollen, die nnebenen Flächen des darunter liegenden roten Kenperletteus ausfüllend 0—1,5'	Lettenschiefer in Pntzen und rasch auskeilend. Lagen. Unteres fränkisches Pflanzenlager vou Jägersburg 0—1,5'
Zwischenlagen von kohligen Massen		
Versteinerungsleerer Sandstein 10—20'		Bausandsteinbank (Unterbank) 16—18'
Liegendes: grellfarbiger Lettenschiefer.		

Bildung der Rhätschichten.

Wenn auch nicht überall die Ausbildung des Rhät eine gleiche ist, so herrscht als Grundtypus doch die Folge: Bausandstein, Schieferthon und dann Jura. Diese Reihenfolge charakterisirt den Rhät scharf im Gegensatz zu dem vorhergehenden bunten mittleren Keuper, in dem ein beständiges Oscilliren der Schichten zu beobachten ist. Im Rhät sind es 2 grosse Partien Sandstein und Thon, die nur selten durch Zwischenlagen getrennt sind, besonders fällt am Schieferthon auf, dass er ohne Conglomerate, ohne Einschlüsse anderer Gesteine und sogar ohne gröbere Sandkörner ist, er repräsentirt ein feines vollkommen gleichartiges Material. Ganz anders die thonigen Schichten des mittleren Keupers: Hier wechselt der petrographische Charakter sehr stark: Sand, Thon, dann wieder Sand, Geröll, Thonklumpen u. s. f. Was für die thonigen Schichten gilt, gilt dann auch für die sandigen.

Aus dieser principiellen Verschiedenheit entwickelt sich die Annahme, dass der Charakter der beiden Keupermeere — des mittleren und oberen — ein ziemlich verschiedener gewesen sein muss.

Musste in der mittleren Keuperzeit eine heftig bewegte Flut ein wechselndes Vor- und Zurückgehen, bald tiefere bald seichtere Strandbildungen erzeugt haben, so zeigt der Rhät — die Betrachtungen können sich hier nur auf Franken beziehen — ganz das Gegenteil. Nur zu Beginn zeigt sich eine Spur stärkerer Bewegung; nur in einem ruhigen Gewässer konnte sich der grosse Schlämmprocess, um den es sich hier handelt abspielen, konnte sich das schwerere Sandmaterial unten absetzen, auf dem langsam vermittelnd der Thon sich niederschlug. Das Rhätmeer war — sei mir dieser Ausdruck erlaubt — ein grosses Schlämmbassin.

Der Zeitpunkt der Ruhe vor stärkeren Niveauschwankungen kennzeichnet die Rhätperiode. Aber schon vorher war eine ruhigere Zeit eingetreten; in den Zanclodonletten findet sich zwar noch gröberer Sand, aber eigentliche sandige Bänke fehlen vollständig. Es scheint als habe das Meer nur leichtere thonige Massen aufwühlen können; infolge der grösseren

Wasserverdunstung abgeschnürter Meeresteile kam es zu kalkig-dolomitischen Absätzen, die sich in anderen Horizonten des bunten Keupers nicht in dem Maasse finden.

Erst gegen das Ende der Rhätperiode scheinen wieder stärkere Bewegungen gekommen zu sein und diese mögen die Ursache der nach oben sich zuweilen findenden kleinen Sandbänkchen oder des Fehlens der Thonschichten darstellen. Es waren die Vorboten einer neuen Meeresüberflutung, die von Schwaben herdringend auf dem Boden des Rhät ein neues Leben erstehen lassen sollte.

Woher aber nun das eigenartige Material des Rhät? Dass aus dem Urgebirg, das im Nordosten, Osten, und wohl damals auch noch teilweise im Südosten und Süden, die Grenze des Keupermeeres bildete, das Material nicht gekommen sein kann, beweist der Mangel jeglicher daran erinnernder Gesteine. Dazu hätte es auch stärkerer Fluten bedurft, als wir hier annehmen wollen und zudem ist gerade am östlichen Urgebirgsrand das Rhät ganz verschieden von dem der weiter westlich gelegenen Länder. Viel wahrscheinlicher ist es, die Lieferanten des rhätischen Gesteines in den älteren Keupergliedern zu suchen, die das Ufer im Westen, Norden und zum Teil im Süden bildeten. Auf ihnen wuchsen die vielen Farne und Equisetaceen, die wir im Lettenschiefer des Rhät eingebettet finden, sie durchströmten die Zuflüsse des Räthmeeres und führten das Gesteinsmaterial mit weg. Denkt man sich nun zu Beginn der rhätischen Zeit heftige Flutbewegungen, die das Küstenland an vielen Stellen zerstörten, so hat man eine Möglichkeit, sich die Ablagerungen des Rhät ohne grosse Gewaltschlüsse zu erklären. Noch erleichtert wird diese Vorstellung dadurch, dass man sich die durch grosse Zeiträume dauernde Zerstörung arg verminderten Keuperschichten wesentlich mächtiger vorzustellen hat, und, dass das Rhätmeer im Vergleich zum Keupermeer nur ein kleines war.

Vergleicht man die Thone der dem Rhät nach unten folgenden Schichten: Zanclodonletten, Burgsandstein, Blasensandstein, Schilfsandstein, so zeigt sich eine völlig verschie-

dene Zusammensetzung der Rhätthone, aber beim Vergleich der Sandsteine eine grössere Aehnlichkeit, die noch viel grösser wird, wenn man sich die thonigen Bindemittel noch mehr entfernt denkt. Ich will dies an Zahlen zeigen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
SiO_2:	75,04	92,17	69,43	94,21	80,47	56,93	93,06	97,73	96,79	99,01
Al_2O_3:	11,07	1,15	16,34	2,50	9,86	24,46	3,90			0,75
Fe_2O_3:	3,00	0,22	1,68	0,64	0,97	8,06 + MnO	0,12 + MnO	1,48	1,18	0,15
CaO:	2,08	0,28	0,23	0,24	0,44	0,59	0,61	—	—	Sp.
MgO:	1,04	2,26	2,46	0,68	2,07	1,29	—	0,13	1,82	0,17
MnO:	—	3,14	—	—	—	f. Fe_2O_3	f. Fe_2O_3	—	—	—
K_2O:	—	0,28	3,64	0,27	2,12	4,42	1,27	Sp.	Sp.	Sp.
Na_2O:	—	—	—	0,48	1,65	0,24	0,41	Sp.	Sp.	Sp.
H_2O:	3,05	0,90	4,33	1,20	3,01	3,98	0,50	0,62	0,59	n. best.
Cl:	—	—	Sp.	—	—	0,07	—	—	—	—
$CaCO_3$:	—	—	—	—	—	0,14	—	—	—	—
SO_3 u. P_2O_5:	—	Sp.	—	—	—	Sp.	0,58	Sp.	Sp.	—
	85,28	100,40	98,11	100,25	100,59	100,18	100,46	99,96	100,38	100,08

I. Schilfsandstein (Anal. v. Bibra, Journal f. pr. Ch. 1840. 30.).

II. Blasensandstein (Coburger Bausandstein, Gümbel, Erltg. z. Bl. Neumarkt. p. 11).

III. Semionotussandstein mit viel Glimmer (cit. bei Lechler, Inaug.-Diss. Erlangen, 1892).

IV. Stubensandstein von Coburg (ebenda).

V. Stubensandstein von Ebern (ebenda).

VI. Stubensandstein von Bandersbach b. Zirndorf. (Geogn. Jahreshefte 1894, p. 81.)

VII. Stubensandstein von Erlangen (Hilger, Landwirtsch. Jahrb. 1886, pag. 439).

VIII. und IX, Weisser bezw. gelber Rhätsandstein von Marloffstein — anal. v. Verfasser.

X. Desgl. von Winkelheid b. Altdorf — anal. vom Verfasser.

Bei Betrachtung dieser Zahlen ist zunächst zu berücksichtigen, dass innerhalb der einzelnen Formationsglieder beständig Schwankungen vorkommen, sowie, dass die Proben nicht in allen Fällen als typische Vertreter betrachtet werden können. Soviel aber geht aus diesen Zahlen hervor, dass die tieferen Keupersandsteine wesentlich thoniger sind als die Rhätsandsteine. Eine grosse Anzahl von Rhätsandsteinen verschiedener Herkunft hat sich mir stets als sehr thonarm gezeigt und am meisten dann, wenn die Thonschichten kräftig entwickelt waren. — Diese Armut an Thon ist eben eine Folge der Ausschlämmung im wenig bewegten Meer. — Feldspäthe oder andere Thonerdesilikate liegen bei den Keupergesteinen fast nie vor, so dass man die gesammte Thonerde als zu Thon gehörig betrachten kann, daraus ergäben sich folgende Zahlen für die thonige Beimengung:

I. Schilfsandstein mit ca. 27,5% Thon
II. Blasen- und Semionotussdst. 2,9—41%
III. Stubensandstein 6,3—61%
IV. Rhätsandstein 1,8—3,7%.

Denkt man sich aus I—III den grössten Teil des Thones herausgeschlämmt, so bekommt man ein dem Rhätsandstein nahezu gleiches Gestein. — Hilger[1]) und seine Schüler haben sich eifrig mit den Verwitterungsvorgängen bei Gesteinen beschäftigt und ihnen entnehme ich die folgenden Zusammenstellungen:

1. Mechanischer Zerfall:

Stubensandstein lieferte 1. Feinerde = unter $^1/_2$ mm Maschenweite:

1876	1877	1878	1884
2,6%	2,75%	3,2%	2,87%

und Schlämmmehl = 5,52%.

2. Maschenweite = $^1/_2$ mm:

11,9% 15,1% 17,3% 37,28%.

[1]) Hilger und Schütze. Landwirtsch. Jahrbuch. 1886. p. 439.

2. Chemischer Zerfall:

Ursprüngliches Gestein	Feinerde	Feinerde	Schlämmmehl
	1875.	1876.	1880.	1884.
$Si\ 0_2$:	91,86	78,58	42,95	44,75
in H Cl lösl. $Si\ 0_2$:	1,20	9,97	12,51	7,31
$Fe_2\ 0_3$:	0,12	0,98	2,97	2,68
$Al_2\ 0_3$:	3,90	6,58	20,14	27,05
$Ca\ 0$:	0,61	0,41	1,82	1,13
$K_2\ 0$:	0,27	1,03	4,90	3,38
$Na_2\ 0$:	0,41	0,60	3,74	3,06
$S\ 0_3$:	0,40	0,39	0,25	Sp.
$P_2\ 0_5$:	0,18	0,05	Sp.	0,03
$H_2\ 0$:	0,50	1,06	6,11	10,27
Organisches:	—	Sp.	3,78	2,09

1890 ergab das Schlämmmehl:[1])

	In H Cl (10%ig)		
	löslich	unlöslich	Gesamtanalyse
$Si\ 0_2$:	1,53	50,93	52,46
$Al_2\ 0_3$:	3,72	24,15	27,87
$Fe_2\ 0_3$:	1,30	1,96	3,26
$Ca\ 0$:	0,55	0,13	0,68
$K_2\ 0$:	0,88	1,80	2,68
$Na_2\ 0$:	0,62	2,30	2,92
$S\ 0_3$:	0,07	—	0,07
$H_2\ 0+$:	—	9,74	9,74
Organisches	—	—	—
	8,67	91,01	99,68

Es ist aus den Analysen zunächst ersichtlich, was merkwürdigerweise bei den verschiedenen Autoren nie klar ausgesprochen wird, dass man es bei dem Verwitterungsprodukt in der feinen Form des Schlämmmehls mit einem Thon zu thun hat. Lässt man die Ansicht von der Wirkung der Pflanzensäuren und der Kohlensäure zu — deren Thätigkeit

[1]) Fiedler, Ueber Verwitterungsvorgänge bei kryst. und Sediment. Gesteinen. Inaug.-Dissert. Erlangen 1894.

ich hier vorgreifend (cf. pag. 39) betonen möchte — und nimmt man ihre langdauernde Wirksamkeit beispielsweise gleich der kurzen Dauer der Wirkung von 10 % H Cl, so bekäme man für das Schlämmmehl 1884.

	In HCl 10% unlöslich:	auf 100 berechnet:
$Si\ 0_2$:	50,97	54,14
$Al_2\ 0_3$:	23,71	25,30
$Fe_2\ 0_3$:	1,40	1,50
Ca 0:	0,41	0,44
K_2 0:	2,49	2,64
Na_2 0:	2,65	2,81
Organ. und Wasser:	12,36	13,17
	93,99	100,00

Das Schlämmmehl unterscheidet sich von einem ächten Rhätthon nur durch den etwas grösseren Gehalt an Alkalien, gemein hat es mit ihm den geringen Gehalt an Ca 0, Mg 0 und $Fe_2\ 0_3$.

Zu ähnlichen Resultaten kommt Hilger bei Berechnung der Bindemittel der Gesteine, nämlich für den Stubensandstein:

$Si\ 0_2$:	53,55
$Al_2\ 0_3$:	27,81
$Fe_2\ 0_3$:	2,76
Ca 0:	1,16
K_2 0:	3,47
Na_2 0:	3,16
$P_2\ 0_5$	0,03
H_2 0:	8,06
	100,00

Denkt man sich also durch Verwitterung die Bindemittel entfernt, so bleibt ein Gestein übrig, das im Grossen und

---

Anmerkung. (Das spätere Verwitterungsprodukt 1894 (Bissinger, Inaug.-Dissert. Erlg.) habe ich deshalb nicht zum Vergleich herangezogen, weil ich aus dem hohen Kieselsäuregehalt des Schlämmmehls schliessen möchte, dass die Produkte 1884 und 1894 nicht unter gleichen Bedingungen geschlämmt wurden.)

Ganzen dem Rhätsandstein entspricht. Kann man sich so eine Erklärung für den Sandstein geben, so bleibt aber immer noch der gewaltige Unterschied zwischen den Thonen des Rhät und den bei der allenfallsigen Verwitterung und Zerstörung der bunten Keuperschichten mit ausgeschlämmten Keuperletten.

Wie wurde in erster Linie aus dem eisenoxydreichen Lehm der eisenarme Thon? Gümbel[1]) sagt: „man habe es im Rhät mit einem mächtigen Zuzug von quarzigem, völlig gebleichtem Material zu thun; fast möchte man meinen, dass ein reicher Erguss kohlensäurehaltiger Gewässer aus der Erdtiefe mit dabei sein Spiel gehabt habe.“ Für diese Annahme ist nun keinerlei Anhaltspunkt vorhanden, denn es mangelt in der Trias Frankens jeglicher vulkanischen Thätigkeit. — Ferner will Gümbel eine stark bewegte See annehmen, da die Pflanzenreste stark zerfetzt sind. Dass eine stark bewegte See sich mit der ganzen Eigenartigkeit der rhätischen Ablagerungen nicht vereinbaren lässt, glaube ich hinreichend begründet zu haben; zum Zerfetzen zarter Pflanzen aber bedarf es keiner starken Wellen, das besorgen Flusswässer auf dem Wege über Fels und Sand ebenso leicht.

Was nun aber das gebleichte Material anlangt, so braucht man nur bunten Keupersandstein ausschlämmen und man behält ein ähnliches Gestein zurück. — Doch möchte ich hier an Gümbel's Anschauung bezügl. der Kohlensäure anknüpfen; sie wird allerdings ein Hauptagens bei der Umbildung der Rhätgesteine und -Thone — aber nicht plutonischer Herkunft — gewesen sein.

Der Schieferthon des Rhät ist stets, wenn er auf intacter Stelle ruht, durch organische Substanz grau bis schwarz-grau gefärbt, zuweilen finden sich geradezu Kohlenflötzchen (Theta bei Bayreuth, Moritzberg u. a. O) sehr häufig sind kleine Kohlenpartikelchen. Der Hauptlieferant der organischen Bestandtheile sind die Pflanzen des Keuperfestlandes gewesen und von der Zersetzung der Pflanzen rührt die Kohlensäure her.

[1]) Frankenjura, pag. 589

Diese Kohlensäure im Verein mit Pflanzensäuren lösten das Eisenoxyd und den Kalk auf, ausserdem wurde das Eisenoxyd durch Verwesung pflanzlicher und tierischer Organismen reduziert und in leichter lösliches Eisenoxydul bezw. -Oxydulcarbonat übergeführt. Ein ruhiges Meer dürfte aber gerade günstig gewirkt haben, indem durch starke Wellen eine intensivere Berührung mit der Luft und damit eine Wiederoxydation stattfinden würde.

In dieser Anschauung von der Entziehung des Eisenoxyds durch Reduction und Lösung in Kohlensäure und anderen organischen Säuren werde ich noch besonders bestärkt durch Bischof.

Bischof[1]) erwähnt, dass der Sand der Braunkohlenformation meist weiss ist, sofern er nicht mit Braunkohlenteilchen gefärbt ist; ferner sprechen für die Reductionsvorgänge in der Braunkohlenperiode die Bildung von Eisenkies und Schwefelverbindungen (Markasite in den Braunkohlenthonen). Ferner erwähnt Bischof,[2]) dass nur in der Braun- und Steinkohlenformation eisenarme Thone vorkommen. Es scheint mir, dass nur die vegetabilischen Reste geeignet für die Enteisenung sind, nicht die tierischen, da wir in den doch an organischen Resten so reichen Perioden des Jura und der Kreide keine eisenarmen Thone wie in der Stein- und Braunkohlenformation und in dem an Pflanzenresten reichen Rhät finden. Ferner beobachtete Kindler,[3]) dass abgestorbene Wurzeln in wenigen Monaten einen eisenoxydhaltigen Quarzsand vollständig enteisent hatten; dasselbe beobachtete Daubrée[4]) am Rhein und in Lothringen.

Schliesslich sei noch auf Taylor[5]) verwiesen, der in einem Schieferthon mit viel organischen kohligen Resten ca. 4% Fe 0, in einem davon freien in unmittelbarer Nähe dagegen 4% $Fe_2 0_3$ und 4% Fe 0 fand, endlich auf Bischof[6]) der

[1]) Chemische u. physik. Geologie. Bd. I 566 u. 567.
[2]) A. a. O. Bd. III. 129.
[3]) Poggendorf's Annalen Bd. XXXVII pag. 203.
[4]) Compt. rend. T. XX.
[5]) Edinb. new. philos. Journ. V. L. pag. 140.
[6]) I. pag. 94 u. ff.

synthetisch Eisenoxydulcarbonat durch Einwirken organischer sich zersetzender Substanzen auf Eisenoxydverbindungen darstellte.

Wäre eine Enteisenung, die sich übrigens auch anderswo und auch heute noch findet — z. B. bei der Kaolinisierung von Granit — auf diese Weise erklärlich, so wird man aber nun mit Recht fragen, wo ist der gelöste Kalk und das Eisenoxyd denn nun hingekommen? Und gerade hier spricht eine Thatsache für meine Anschauung: Man findet nämlich gleich über den Thonschichten sehr stark eisenhaltige Lagen. Diese eisenhaltigen Schichten über den Thonen sind: der zuweilen sich einstellende gelbe Sandstein, der Angulatensandstein und vor allem der Arietensandstein. Bezeichnenderweise fehlt in Schwaben, wo die Rhätletten meist mangeln, auch die eisenhaltige Schicht, wir haben statt der Arietensandsteine die Arietenkalke.

Will man diese meine Annahme gelten lassen, so ergäbe sich aus ihnen weiter eine Erklärung für die verschiedenen Ausbildungen des Rhät in den einzelnen Gegenden.

Die einfachste Ausbildung ist die, dass sich über dem Sandstein der Schieferthon abgesetzt hat, es findet sich keinerlei Unterbrechung innerhalb der Ablagerungen, der Thon hat eine Mächtigkeit von 1 – 2 m, der Sandstein von 10—15 m. Diese Form ist die verbreitetste in der Rhätformation, sie tritt besonders im Arbeitsgebiet, also um Nürnberg auf. Nach dem Absetzen der Thone scheint eine ruhige Periode geherrscht zu haben bis zur Bildung der Arietensandsteine. Fand dagegen eine lebhaftere Bewegung nach dem Absetzen der Thone statt, so wurden diese aufgewühlt, abgetragen und durch sandiges beigeführtes Material die kleinen Bänke über den Thonen gebildet, die sich ebenfalls im Arbeitsgebiet zuweilen finden. Der Umstand, dass zuweilen in unmittelbarer Nähe von starken thonigen Schichten Aufschlüsse sich finden, in denen gar keine Thone zu beobachten sind, sondern der Arietensandstein direkt über dem Rhätsandstein sitzt, wie z. B. am Tiegelerdberg bei Kalchreuth, Winkelhaid bei Altdorf, dürfte durch besonders heftige springflutähnliche Ström-

ungen, vielleicht auch durch Flussläufe gedeutet werden. Zwischenlagen von Thon im Rhätsandstein würden auf eine kurze Pause bei der Anschwemmung bezw. Ablagerung des Materiales zurückzuführen sein. Im Grossen und Ganzen haben wir es im Arbeitsgebiet wohl mit abgeschnürten Meeresteilen zu thun. Aehnlich sind die Verhältnisse in Nordfranken, doch scheinen hier öfters spätere Flutbewegungen geherrscht zu haben, da sich hier häufig eine zwei- bis dreimalige durch dazwischen lagernde Sandbänke getrennte Thonschicht findet; auch die feine thonig-sandige Bildung des Angulatensandsteins und der mit ihm auftretenden graugelben Lettenschiefer könnte man durch solche lebhaftere Bewegungen erklären. Bei Coburg (Kipfendorf) (cf. pag. 29—30) findet man Thonschichten von 5—6 m Mächtigkeit, desgleichen bei Grossbellhofen (cf. pag. 55—56); solche aussergewöhnlich mächtigen Thonlagen könnte man sich etwa dadurch entstanden denken, dass hier Mulden im Meeresboden waren, die durch grössere Mengen Material ausgefüllt wurden oder dass es sich hier um besonders abgelegene Buchten handelt, in denen sich zuerst eine normale Sandstein- und Thonbildung vollzog, denen im weiteren Verlauf durch ganze schwache Strömungen nur noch thonige Fluten zugeführt wurden.

Je weiter nach Süden man kommt, desto schwächer wird der Rhät, in den roten Letten südlich von Neumarkt bis Weissenburg a. S. fehlen die Pflanzenreste, damit auch die Bedingungen zur Entfernung des Eisenoxydes aus den Thonen und auch der Arietensandstein wird immer schwächer; dass in Schwaben ein wesentlich anders beschaffenes Meer gewesen sein muss, geht aus der schon früher gebrachten Beschreibung der dortigen Rhätformation hervor: es ist zwar der schwere Bausandstein zur Ablagerung gekommen, aber die lebhafte und wohl auch tiefere Meeresbeschaffenheit, die sich auch in den unteren Liasschichten Franken gegenüber schon zeigt, führte ohne scharf ausgeprägte Zwischenstufen hinüber zu den jurassischen Bildungen.

Aus dem gelösten Eisenoxyd und dem Kalk wurde zusammen mit Thon und Sand der Angulatensandstein, mit

Quarzkörnern der Arietensandstein gebildet. Der Arietensandstein ist eine Strandbildung, ebenso wie das aus Sandkörnern, Knochen und anderen Thierresten bestehende Bonebed. Dafür spricht in erster Linie der Umstand, dass die Quarzkörner nur leicht abgerundet sind, also nicht weit transportirt wurden.

Auch Gümbel spricht von der Vorstellung, als ob das Meer durch starken Eisenoxydgehalt vergiftet gewesen sei und die Tiere daraus geflohen seien. Im Bodenwöhrer Becken ist es selbst bis zur Bildung von Eisenstein gekommen.

Bezüglich der Verkittung durch Eisenoxyd berichtet Dall,[1]) dass an der Küste von Florida die durch eisenhaltige Quellen gelieferten Eisensalze in kurzer Zeit lockere Sedimente verkitten. — Auch im Wiener Sandstein ist in dieser Weise Eisenoxyd zuweilen in beträchtlicher Menge als Bindemittel vorhanden: 1,3—61,1 % $Fe_2 O_3$.[2])

In Schwaben dagegen herrsehte um diese Erdperiode eine üppige Fauna, es finden sich gross entwickelte Gryphaeen und Arietiten in den Kalken, während in den Arietensandsteinen Frankens nur selten einmal sich kümmerliche kleine Gryphaceen finden. — Ueber die Analysen von Arietensandstein siehe „unterer Lias".

Der petrographische Charakter des Rhäts ist nach dem bisher Gesagten nur noch kurz zu ergänzen: Der Sandstein ist durchweg gleichmässig ausgebildet, er besteht aus gröberen oder feineren Quarzkörnern, die durch ein thoniges Bindemittel verkittet sind. Ein kalkiges wie auch ein quarziges Bindemittel durch neophitische Kieselsäure fehlt ganz. Die bei einigen Autoren[3]) angegebenen grossen Mengen Thonerde sind nur dadurch erklärlich, dass die oberste Schichte des Sandsteins, wo derselbe allmählig in den Thon übergeht, zur Untersuchung gewählt wurde, nicht aber die eigentliche Hauptschicht, die Bausandsteinbank.

---

[1]) Am. Journ. 1887 II p 103 (citirt bei Walther. Lithogenesis der Gegenwart, III. Bd.

[2]) Hauer, Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsamts, 1855, pag. 42.

[3]) Hagemann, Mitteil. aus dem Laborat. f. angew Chemie, Erlangen 1890 und Reinsch, N. Jahrb. f Min. 1857.

Die Thone besitzen meist eine schiefrige Struktur, namentlich da, wo die lockernde Einwirkung der Atmosphärilien nicht stark erfolgen konnte, die Farbe ist vorherrschend blaugrau, wenn nicht durch Oxydation eine Zerstörung der beigemengten organischen Substanz erfolgt ist. Manchmal ist der Thon glimmerig-sandig, häufiger aber zeigt er eine so feine Beschaffenheit, dass selbst auf einem Sieb von 10,000 Maschen pro 1 qcm. kein Rückstand bleibt.

Die Zusammensetzung der Thone ist eine sehr gleichmässige, wenn man von mechanischen Beimengungen absieht. Durchweg ist der Eisenoxydgehalt ein recht geringer, der Thonerdegehalt ein bedeutender, Kalk und Magnesia sind ebenfalls nur in sehr geringer Menge vertreten, Kalk als der leichter lösliche Körper fehlt oft ganz. Manganoxyd ist in der Regel spurenweise vorhanden, ebenso schweflige Säure, zum Teil an Eisen gebunden in Form von Schwefelkies und hier wohl durch organische Substanz aus dem Eisenoxyd gebildet. Der Alkaligehalt der Thone ist gering; zum Teil ist er in den beigemengten Glimmern vorhanden, zum grösseren Teil aber gehört er zur Thonsubstanz (vergl. den mineralog.-chemischen Teil dieser Arbeit). Der Glühverlust ist meist höher als der Thonsubstanz entspricht und ist durch beigemengte organische Substanz erklärlich.

An Accessorien fand ich in erster Linie Zirkonkrystalle, Kaliglimmer, seltener Rutil, dann Magnetit. Glimmer und Feldspathreste konnte ich nie beobachten. Thürach[1]) fand im Rhätsandstein von Strullendorf bei Bamberg ausser den obengenannten Mineralien noch Brookit, Bergkrystall, Anatas, Granat und Staurolith sowie Turmalin, alle jedoch selten bis sehr selten. Gröbere Beimengungen im Sandstein sind: Manganputzen, Kohlenäderchen- und -Schnüre, nach oben grössere verkieselte Stammstücke; im Thon finden sich dünne Brauneisensteinschwarten auf den Schichtflächen, was ich besonders in einer Grube auf Wolfshöhe beobachtete.

---

[1]) Thürach, Ueber das Vorkommen mikrosk. Zirkone und Titanmineralien in den Gesteinen, Inaug.-Diss. Würzburg 1884.

Spohn[1]) will im rhätischen Schieferthon aus einem Steinbruch bei Reuth das Breithaupt'sche Gelbeisenerz gefunden haben; es war dies nach seinen Angaben ein gelbes Pulver von der folgenden Zusammensetzung:

$Fe_2\ 0_3$:	46,84
$Al_2\ 0_3$:	0,24
$Na_2\ 0$:	5,82
$K_2\ 0$:	—
$S\ 0_3$:	26,59
$H_2\ 0$:	11,73
Unlösliches:	8,78
	100,00

Ich fand das beschriebene Mineral gleichfalls in der Grube zu Grossbellhofen und am Heuchlinger Berg, konnte jedoch nur einen unbeträchtlichen Alkaligehalt finden und möchte das fragliche Mineral lieber als ein Zwischenprodukt bei der Verwitterung von Schwefelkies betrachten, denn als selbständiges Mineral.

Der geringe Gehalt an Basen macht den Thon für feuerfeste Produkte sehr geeignet, so dass die Rhätthone ein geschätztes Material bilden, das für Temperaturen von Segerkegel 30 bis K. 33 aushält. Wäre nicht die beigemengte Kieselsäure so ausserordentlich fein, so würde man sogar noch etwas höhere Resultate erzielen können.

Die Reste einer Fauna fehlen in den rhätischen Schichten des Arbeitsgebietes ganz, dagegen ist die Flora reich entwickelt, wenn auch wohl erhaltene Reste selten sind.

Ausser dem häufigen Vorkommen von *Zamites distans* fand ich Teile von *Pterophyllum sp.* (bei Grossbellhofen), sodann *Otopteris Bucklandi* (Grube am nordöstl. Teil des Heuchlinger Berges), welch' letztere bis jetzt im Arbeitsgebiet noch nicht gefunden wurde.

Sehr eigentümlich sind Pflanzenreste, welche in ungeheuer grosser Menge, aber leider in recht mangelhafter Erhaltung

[1]) Chem. geolog. Studien in der Umgegend von Forchheim. Inaug.-Diss. Erlangen 1895.

in den Lettenschiefern einer Grube südl. von Wolfshöhe sich finden: Auf jeder Schichtfläche, wie auf jeder künstlichen Spaltungsfläche finden sich in Menge dünne, $^1/_5$—$^1/_3$ mm breite, graue bis bräunliche Aestchen. Dicse durchkreuzen

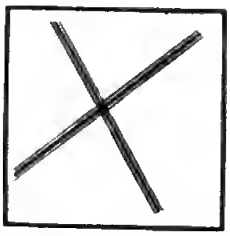


Fig. 1. M. 2 : 1.

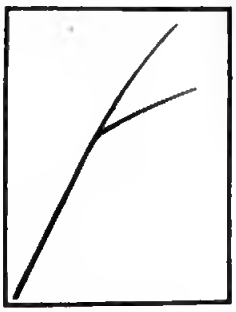


Fig. 2. M. 1 : 1.

sich öfters, wie Fig. 1 zeigt, manchmal zweigt sich ein Seitenästchen ab (Fig. 2); die röhrigen Aestchen laufen in eine schwache Spitze aus. Die graue Farbe der Röhrchen rührt von der sie umgebenden oxydirten Thonmasse her, während die eigentliche Röhre von kohliger Substanz erfüllt ist.

Ausser diesen röhrigen Fäden finden sich auch häufig teils Stammteile, teils macerirte Blattreste von Farnen, ein Exemplar von diesen stimmt mit den bei Schenk als *Trunci filicum* abgebildeten Fossilien überein.

Bezüglich der röhrigen Gebilde, die unzweifelhaft pflanzlichen Ursprungs sind, lag es nahe, sie für algenartige Reste zu halten, doch ist der Erhaltungszustand zu mangelhaft, um eine Bestimmung zuzulassen.

Zusammenstellung der seither im Arbeitsgebiet gefundenen rhätischen Pflanzenreste.

Name:	Fundort:
Gutbiera angustiloba Presl.	Atzelsberg.
Clathropteris Muensteriana Schenk	Atzelsberg und Wolfshöhe.
Zamites distans Presl.	Atzelsberg.
Acrostichites princeps Schenk	Rathsberg und Marloffstein.
Asplenites Ottonis Göpp.	?
Adriania Baruthina Braun	?

Name:	Fundort:
Equisetum Muensteri Jäg.	?
Pterophyllum sp?	Grossbellhofen.
Otopteris Bucklandi Schenk	Heuchlinger Berg bei Lauf.
Jeanpaulia Muensteriana Schenk	Wolfshöhe bei Schnaittach.
Thaumatopt. Braun	„ „ „
Pallissya Braunii Endlicher	„ „ „
Thinnfeldia obtusa Schenk	„ „ „
Thinnfeldia rhomboidalis Ettl.	„ „ „
Actinopteris peltata Schenk	Erlangen.

Die spezielle Ausbildung des Rhäts im Arbeitsgebiet.

Die Rhätformation ist eine ziemlich ausgedehnte, sie repräsentiert die Unterlage für die jurassischen Ablagerungen. Wo diese letzteren fehlen, sind sie durch Erosion und Abrasion zerstört worden, und Fundstücke der widerstandsfähigeren Schichten, z. B. Arietensandstein, finden sich häufig in den Bächen oder liegen in zerfressenen abgearbeiteten Stücken umher oder zeigen, wenn sie ganz verwittert sind, durch die hellen Quarzkörner in dem braunen Boden die ehemalige Gesteinsbedeckung noch an.

Im Grossen und Ganzen ist die Rhätformation um Nürnberg überall gut entwickelt und findet sich in der Form, dass der Thon über dem Sandstein lagert — zum Teil noch mit jurassischer Bedeckung — versehen oder dass beide fehlen.

In der nächsten Nähe von Erlangen nimmt der Rhät teil am Aufbau des Rathsberger Höhenzugs und ist dort in mehreren Steinbrüchen aufgeschlossen; ich verweise hier auf die Arbeit von Bettinghaus,[1]) der einige Profile von Atzels-

[1]) Geogn. Beschreibung des Rathsberger Höhenzuges, Inaug.-Dissert. Erlangen 1896.

berg und Marloffstein angiebt und denen ich nur noch den Aufschluss östlich Marloffstein gegen Welluken beifügen möchte, da dieser namentlich schön die dickplattige ansehnliche Entwicklung des Arietensandsteins unmittelbar über dem Rhätletten erkennen lässt.

Der Kalchreuth-Eschenauer Höhenzug besitzt gute Aufschlüsse bei Oberschöllenbach, bei Käswasser in einer Schlucht, bei Eckenhaid in einem Steinbruch, desgl. nördlich von Eckenhaid am Weg nach Forth.

Der Aufschluss bei Oberschöllenbach, der sich in einem kleinen malerischen Hohlweg befindet, zeigt auf der einen Seite in einem Steinbruch nur eine schwache Lettenbank im Rhätsandstein, unten Sandstein, oben thoniger Sandstein, dann wieder normaler Sandstein und darüber Arietensandstein, während die andere Seite des Hohlweges unter dem Rhätsandstein eine stärkere Ausbildung von Rhätletten erkennen lässt.

Grössere Mächtigkeit erreichen die Thone bei Kalchreuth. Dort befinden sich drei Aufschlüsse, in welchen der Thon nach einem allerdings wenig rationellen System ausgebeutet wird. Es sind dies die drei Gruben: „Weisse Thongrube", „blaue Thongrube" und am „Tiegelerd"- oder „Tegelberg", ein Name, der schon auf das grössere Vorkommen von Thon hinweist.

Die „weisse" Thongrube liegt im Westen von Kalchreuth, ca. 2 km entfernt, die dort aufgeschlossenen Thonlagen besitzen eine Mächtigkeit von ca. 1,20 – 2 m. Der Thon ist etwas sandig, von grauweisser Farbe, der dadurch, dass die Liasdecke zerstört ist, schon seinen Bitumengehalt eingebüsst hat und darum die von der Mehrzahl der Rhätthone abweichende Farbe aufweist. Arietensandstein fand ich in dünnen Plättchen darüber, jedoch nicht mehr im Zusammenhang und stark corrodiert.

Der Thon, der für feuerfeste Zwecke in der Eisenindustrie Verwendung findet, ergab hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung:

$Si\ O_2$ (+ $Ti\ O_2$)		64,46
$Al_2\ O_3$		23,46
$Fe_2\ O_3$	2,52 = Fe 0	2,26
Ca 0		Sp.
Mg 0		„
Mn 0		„
$S\ O_3$		„
$K_2\ 0$		1,49
$Na_2\ 0$		0,04
Glühverlust		9,27
		100,98

Die rationelle Analyse ergab:

Thonsubstanz:	55,86
Quarz:	44,14
Glimmer:	Spuren
Feldspatreste:	—
	100,00

Der Thon ist ausgezeichnet durch das fast völlige Fehlen von Kalk und Magnesia. Die Feuerfestigkeitsbestimmung lieferte einen Schmelzpunkt bei K. 31, der für die Rhätthone häufigsten Zahl; es liegt hier also ein gut feuerfestes Material vor. Der ziemlich plastische, nicht zu sandige Thon eignet sich auch gut zur Fabrikation von Töpferwaren, wozu er jetzt jedoch nicht mehr benützt wird; wohl aber sprechen alte Gewerbsbriefe von der sogenannten „Näpfleinserde“ von Kalchreuth.

Zu bemerken ist noch, dass der Thon nach oben sandiger wird, was seine Ursache in der Einwirkung der Diluvialfluten haben dürfte, die zuerst die Liasdecke zerstört, dann Sand mit eingeschwemmt und zugleich Thon mit weggeführt haben. Ein ähnliches Bild findet sich bei Simonshofen nördlich von Lauf, in stärkerem Masse aber bei Bammersdorf unweit Forchheim; dort sind die ganzen Thonmassen aufgewühlt worden und oben mit Sand überdeckt, der dann auch noch später in den Thon orgelartig mit eingeführt wurde.

Südlich von der weissen Thongrube, ca. 1 km., befindet

sich die sogen. „blaue Thongrube“: Hier ist der Thon noch von einer, wenn auch schwachen Liasschicht bedeckt und die Entkohlung daher noch nicht erfolgt. — Der Thon ist grau-blau, mit kohligen Partikelchen, viel Sand und Glimmer; er zeigt, was ich sonst nie im Rhätletten beobachten konnte, wohl aber von Spohn[1]) und Lissack[2]) angegeben wird, Thoneisensteinknollen und -Geoden.

Das Liegende der 1,5 m. mächtigen Lettenschicht bildet Rhätsandstein, das Hangende eine ca. 80 cm. starke nach unten verwitterte Arietensandsteinbank mit Gryphaenresten.

Die Höhenlage der Grube beträgt: 391 m, die der weissen Thongrube 392 m über N. N.

Auch diese Grube scheint schon seit langer Zeit ausgebeutet worden zu sein, denn im Umkreis zeigen sich zahlreiche muldenförmige wieder bewachsene Vertiefungen.

Die rationelle Analyse des Thones ergab:

Thonsubstanz:	66,24
Quarz und Glimmer:	33,76
	100,00

Da diese Thone durch die Verwitterung der Arietenschicht und die dadurch erfolgende Infiltration von Kalk und Eisenoxyd verunreinigt wurden und auch gröbere Sandkörner besitzen, so werden sie weniger intensiv abgebaut. —

Die wichtigste der 3 Thongruben ist die sogen. Tiegelerdgrube am Tegelberg.

Der Tegelberg befindet sich südlich von Kalchreuth am Wege von Nürnberg nach diesem Ort und erstreckt sich von West nach Ost. Es dehnt sich der Rhät zwar noch weiter ostwärts nach Heroldsberg zu, doch fehlen hier Aufschlüsse und von ungefähr 1 km. westlich Heroldsberg an ist die Rhätformation mit Diluviallehm überdeckt.

---

[1]) Spohn, chem. geol. Studien in der Umgegend von Forchheim. Inaug.-Diss Erlangen 1895.

[2]) Die geognost. Verh. von Kalchreuth und Eschenau, Inaug.-Diss. Erlg. 1894

Das Profil der Grube, die ziemlich ausgedehnt aufgeschlossen ist, ergibt:

Profil VI.

6.	Zu oberst schwach thoniger Sand	0,25 m
5.	Thon, hellgrau bis blaugrau	0,65 „
4.	Thon, schwärzlich, kohlig mit vielen, aber schlecht erhaltenen Pflanzenresten	0,30 „
3.	ähnlich 4, nur etwas heller	1,20 „
2.	Dunkle, nach unten immer schiefrigere Thone	1,20 „
1.	Rhätsandstein.	
	Die Gesammtmächtigkeit des Thones beträgt ca.	2,15 „

Ungefähr 100 m nördlich und ca. 1 m höher gelangt man an einem Aufschluss, wo Arietensandstein ohne Thonzwischenmittel dem Rhätsandstein auflagert. Es ist dies derselbe Fall wie bei Winkelhaid (cf. pag. 67).

Der Thon ist nicht ganz gleichmässig beschaffen, stellenweise ist er sandig, auch zieht sich eine leicht gebogene (diluviale) Sandtasche von oben nach unten an einer Stelle, die wahrscheinlich die Ausfüllung einer Austrocknungsspalte im Thon darstellt.

Während hier der Thon ziemlich glimmerig ist, zeigt er sich in einer 20 m östlich gelegenen Grube viel feiner und sandärmer ausgebildet.

Die rationelle Analyse ergab:

52,81 %	Thonsubstanz
41,63 %	Quarz
5,56 %	Glimmer
100,00	

Die Feuerfestigkeitsbestimmung ergab K. 31.

Der Thon wird vielfach verwendet, so zur Majolikafabrikation, mit Graphit vermengt zur Herstellung von Schmelztiegeln und zur Erzeugung feuerfester Steine. Er ist gut plastisch, hat von allen Thonen des Gebiets die meiste kohlige Beimengung und deshalb auch die tiefdunkle Farbe.

Von kleineren Aufschlüssen abgesehen finden wir wieder grössere Thonvorkommen erschlossen an der Ostseite der

Jurainsel Kalchreuth-Eschenau, ca. 2 km. östlich Neunhof, in der Nähe des Dorfes Simonshofen.

Dort finden sich 2 Gruben auf der Höhe eines Berges bei ca. 385 m, die das Material für eine Nürnberger Ofenfabrik liefern.

Profil VII.

5. Oben: Verwitterter rötlicher Sandstein (Arietensandstein) 0,35—40 m
4. roter sandiger Thon 0,45 „
3. grauer rotgefleckter Thon 0,60 „
2. grauer Thon, allmählig dunkler und immer schiefriger werdend mit kohligen Partikelchen und schlecht erhaltenen Pflanzenresten.
1. Rhätsandstein.

Die 2. Grube dicht nebenan zeigt ein ähnliches Profil. Hart an ihr keilt sich eine kräftigere Sandsteinbank aus. Auch hier finden wir, wie bei Kalchreuth, senkrechte diluviale Ausfüllungstaschen von Sand in den Letten.

Der Thon dieser Grube zeigt ganz den Typus der „weissen" Kalchreuther Grube, mit dem er auch in der chemischen Zusammensetzung sehr ähnlich ist, nämlich:

51,97 % Thonsubstanz
46,18 % Quarz
1,85 % Glimmer
100,00

Weiter südlich schiebt sich eine zu dem vorgenannten Höhenzug gehörige, nur durch ein Erosionsthal getrennte Liasinsel weit vor gegen die Bahnlinie Lauf-Hersbruck, der Heuchlinger Berg, 2,5 km nordöstlich von Lauf.

Der Berg wird umgeben auf der Ostseite vom Röttenbach, im Süden ist die Pegnitz ca. 1,5 km entfernt, im Westen und Norden finden sich kleinere Bäche. — So war der Berg von allen Seiten der nagenden Thätigkeit des Wassers ausgesetzt, die am meisten an der Südseite, gegen das Pegnitzthal sich nachweisen läst. Hier könnte bei einer genaueren Kartirung auch das Diluvium wohl noch ein-

gehender berücksichtigt werden als auf der Gümbel'schen Karte 1 : 100,000 geschehen ist. Dass das Diluvium hier sehr hoch hinaufreicht, erkennt man ausser am Vorhandensein von Quarzgeröll auf der Höhe des Berges, daran, dass der Rhätsandstein niemals in klotzigen Bänken sich findet, sondern ein brüchiges mürbes Gestein darstellt, in Trümmern oder als Sand vorliegt, während an der Westseite des Berges eine kräftige normale Entwicklung des Sandsteins zu sehen ist. Auch fand ich in dem unter dem Rhätsandstein liegenden Zanclodonletten, die an der oberen Grenze stark sandig geworden und durch Reduction des Eisenoxydes schwarzgrau gefärbt sind, eingeschwemmte recente, nun verkohlte Equisetenhalme und zwar in frisch geöffneten (!) Probelöchern. Noch etwas höher fand sich in östlicher Richtung ein braungelber Diluvialsand über den Zanclodonletten. Diese Verhältnisse herrschen auf der ganzen Süd- und Süd-Südostseite des Berges.

In einer Höhe von ca. 395 m sind 2 Aufschlüsse: in dem einen, ungefähr 1 m. höher gelegenen ist eine Decke von verwittertem Arietensandstein vorhanden, in dem tiefer gelegenen Hauptaufschluss fehlt diese, es lagert über dem Thon eine kleine Sandsteinbank. Eine angestellte Durchteufung ergab das Vorhandensein einer stark verwitterten rasch sich auskeilenden Sandsteinbank in einer Tiefe von ca. 2,5 m. Neben dieser Bank erreichte man bei ca. 4 m erst den Rhätsandstein, der wiederum sehr weich ist. Bis zum Zanclodonletten ist eine Mächtigkeit von ca. 15 m. Ca. 8 m tiefer als die Höhe des grossen Aufschlusses findet sich nochmals eine Grube im Rhätletten, die nach der Mitteilung des Besitzers auch noch ca. 2 m tief sein soll (1 m tief ist sie erschlossen), weiter westwärts finden sich in gleicher Höhe nur sandige Schichten (aufgearbeiteter Rhätsandstein?)

Diese verschiedenen Unregelmässigkeiten in den Niveauhorizonten in Verbindung mit dem Charakter des Sandsteines bringen mich zur Annahme, man habe es mit einer durch diluviale Ursachen bewirkten Lagerungsstörung zu thun. Infolge der intensiven Wirkung des Wassers erweichte der

Zanclodonletten und der Rhätsandstein, er zerbrach und es erfolgten Absenkungen nach Süd-Süd-Ost, die eine korrespondirende Senkung nach Westen bewirkt haben dürften, wo in einem Aufschluss an der Strasse ein ziemlich bedeutendes Einfallen des Rhätsandsteins zu constatieren ist. (Es handelt sich hier nicht um ein sogenanntes „Hackenwerfen", das sich oft an Gehängen findet.) Vergl. Fig. 5, Taf. II.

Unterstützt wird diese Annahme dadurch, dass ich in dem Aufschluss auf der Höhe, also der mutmasslichen Senkungsachse Rhätletten mit ausgezeichneten Rutschflächen fand. Für die Wirkung des Wassers spricht ferner der Umstand, dass der Thon auf der Südseite des Berges nie geschiefert ist, sondern immer zerklüftet und dass er durch infiltrirten Kalk und Eisenoxyd aus dem Arietensandstein etwas kalkhaltig an den oberen Schichten geworden und rot gefleckt ist. Pflanzenreste kommen nicht darin vor; sie sind wahrscheinlich durch die obengenannte Einwirkung des Wassers und der Luft, z. T. auch durch die Wirkung von etwas Eisenoxyd oxydirt worden.

An der Nordwestseite des Berges dagegen sehen wir in einer Grube starke Arietensandsteinschichten, sowie geschieferten Rhätthon mit gut erhaltenen Pflanzenresten (darunter Otopteris Bucklandi). Das Profil ergiebt dort:

Profil VIII.

5.	Verwitterter Arietensandstein	0,80 m
4.	Feste Bank v. Arietensandstein, sog. Eisenköller	0,95 „
3.	Verwitterter Arietensandstein	1,10 „
2.	Thon, blaugrau, schieferig mit Glimmerblättchen, gut erhaltenen Pflanzenresten	1,05 „
1.	Rhätsandstein.	

Profil der Grube auf der Südseite (Höhe des Berges):

Profil IX.

4. brauner mürber Sandstein mit Eisensteinknollen und harten abgerundeten Sandsteinknollen (Rhätsandstein ?).

3. grauer Thon, wellige Oberfläche mit gelben Adern 0,40 m
   Dazwischen rasch sich auskeilender Sandstein 0,80 „
2. Thon, blaugrau mit gelben Aederchen, zuweilen rot gefleckt, in der Mitte eine Sandsteinbank 4,00 „
1. Rhätsandstein.

Das Material der nördlichen Grube gehört einer grossen Ofenfabrik in Lauf, das der südlichen geht grösstenteils nach auswärts.

Die Analyse des Thones der südlichen Grube ergab:

Thonsubstanz:	73,71
Quarz:	26,29
Glimmer:	Spuren
	Sa. 100,00.

Die Gesamtanalyse lässt am höheren Eisenoxyd- und Kalkgehalt die Infiltration aus dem Arietensandstein deutlich erkennen:

$Si\ 0_2$	59,85
$Al_2\ 0_3$	25,30
$Fe_2\ 0_3$	2,45
$Ca\ O$	3,10
$Mg\ 0$	0,57
$S\ 0_3$	Spuren
$Mn\ 0$	„
$K_2\ 0$	0,80
$Na_2\ O$	0,77
Glühverlust	8,12
	100,96.

Man hat es also wiederum mit einem gut plastischen und feuerfesten Material zu thun, wie die Schmelzprobe zu K. 30 bis Kegel 31 ergab. — Der Thon der Nordseite ist sandiger und glimmerhaltiger. Die Unregelmässigkeiten in der Lagerung an der Südseite lassen einen ausgedehnteren Abbau für Industriezwecke nicht rätlich erscheinen; die Nordseite hat weniger mächtige Schichten, deren Abbau noch dazu durch den harten Arietensandstein erschwert wird.

Anschliessend an diese Betrachtung möchte ich das an der Ostseite des Heuchlinger Berges beginnende, sich weiter erstreckende Diluvialgebiet erwähnen, das hier über Zanclodonletten abgelagert ist. Gelegentlich des Neubaus einer Ziegelei haben sich eine grosse Zahl von Aufschlüssen ergeben, die sehr schön erkennen lassen, wie die Diluvialsande auf den wellig abgenagten Keuperletten aufsitzen.

Diese Diluvialablagerung setzt sich nach Osten bis an den Schnaittachbach fort, nach Norden endigt sie mit den höheren Rhätschichten links des Rättenbaches, setzt sich dagegen rechts des Baches bis gegen Grossbellhofen fort, während zur Linken sich Rhätsandstein befindet.[1])

An der Ostseite gegen die Liasgrenze hin jedoch treten wieder Thonlager auf und hier finden sich die mächtigsten, ausgedehntesten und technisch wichtigsten des ganzen Gebietes. — Dies sind die Thongruben von Grossbellhofen und von Wolfshöhe, südlich Schnaittach.

Das Grossbellhofener Lager ist insofern interessant, als es das mächtigste von allen hier vorkommenden ist; denn während sonst die Rhätthone eine Mächtigkeit von 2 – 3 m nie überschreiten, erreicht hier der Thon eine solche von 5 m, soweit er erteuft ist und nach Mitteilungen des Besitzers, die mir allerdings nicht über allen Zweifel erhaben zu sein scheinen, sollen gar 30—36 Fuss (ca. 10—12 m) mächtige Schichten vorhanden sein.

Ich bin auf die Möglichkeit einer Erklärung dieser Erscheinung bereits bei der Bildung der Rhätletten eingegangen und verweise daher auf diesen Teil.

Es sind drei Gruben auf den Thonfeldern in Betrieb:

Profil X.

1. Grube an der Ziegelei:

Verwitterter zerfallener Arietensandstein	0,35—0,50 m
grauer Thon	0,45 „
rotgefleckter Thon	0,15 „

[1]) Das Diluvium ragt hier noch höher als auf der Gümbel'schen Karte angegeben ist.

fleischroter Thon 0,80 m
durch Infiltration rot gesprenkelter Thon, der nach unten immer dunkler wird 2,3 m u. mehr.

2. Grube gegen Eichelberg.

Das Profil ist leider verschüttet, es zeigt oben ganz ziegelroten,[1]) dann die gefleckten grauen Thone, wie die Grube an der Ziegelei, 5 m mächtig und mehr.

Bemerkenswert ist die grosse, fast steinartige Härte des Thones, der auch in grösserer Tiefe nicht schiefrig wird und fast keine Pflanzenreste zeigt.

Davon verschieden ist die „blaue Lehmgrube", die ausgesprochenen Schieferthon besitzt und darin Pflanzenreste aufweist. Zwischen den Schichtflächen finden sich Brauneisensteinschwarten und gelbes Pulver von zersetztem Schwefelkies.

Gleich nach der „blauen Grube" hört der Thon plötzlich auf und es liegt nur Rhätsandstein zu Tage, was wohl mit der Abrasion durch die Gewässer des Röttenbaches zusammenhängen dürfte.

Die Gesamtanalyse ergab:

$Si\ O_2$ (+ $Ti\ O_2$):	56,62
$Al_2\ O_3$	28,50
$Fe_2\ O_3$	2,80
$Ca\ O$	Sp.
$Mg\ O$	„
$Mn\ O$	„
$S\ O_3$	„
$K_2\ O$	0,52
$Na_2\ O$	2,13
Glühverlust	10,28
	100,57

Die rationelle Analyse ergab:

Thonsubstanz:	69,80
Quarz:	29,14
Glimmer:	1,06

[1]) Durch Infiltration von oben.

Die Feuerfestigkeitsbestimmung lieferte für 2 Proben aus den verschiedenen Gruben zwischen K. 30 und 31, also ein gut feuerfestes Material, das in Grossbellhofen in einer allerdings noch recht primitiv arbeitenden Ziegelei zu feuerfesten Steinen verarbeitet wird.

Die mikroskopischen Accessorien waren wieder die üblichen: Zirkon, Magnetit, Rutil, Glimmer.

Die Wirkung des in der Nähe vorbeifliessenden Röttenbaches erkennt man wieder an der stellenweise erfolgten energischen Zerstörung des Arietensandsteins und der dadurch bewirkten Infiltration mit Eisenoxyd, die namentlich an den oberen Schichten sehr stark ist. Solches Material kann natürlich nicht mehr als feuerfestes gelten.

Oestlich Grossbellhofen finden sich noch einige kleine Gruben bei Schnaittach, zum Teil mit diluvialen Sanden überlagert, die zu keiner weiteren Bemerkung Anlass geben. Ihr Material wird in 2 kleinen Ziegeleien verwertet.

Mehr Interesse bieten die Thonlager der Chamottefabrik Wolfshöhe: Die Fabrik liegt auf einem sich langsam von West nach Ost senkenden Rücken, der in den höher gelegenen Teilen an seiner Oberfläche aus Lias 1 (Arietensandstein) besteht. Die tiefer gelegenen Teile des Hügels sind von diluvialer Sandablagerung bedeckt, die sich von der Station Rollhofen ca. 200 m. nach westwärts erstreckt und zum Teil auf Rhätthon und Rhätsandstein, zum Teil sogar auf Zanclodonletten lagert. Die Wirkung der Diluvialflut war eine sehr intensive; so ist in einer später noch zu besprechenden Grube der Sandstein 7 m tief bis auf den Zanclodonletten aufgearbeitet. An der oberen Grenze der diluvialen Bedeckung ist der Sand mit Rhätthon zu einem hellgrauen sandigen Thon vermengt, nach ca. 1,5 m erst folgt der normale geschieferte Rhätthon wieder, wie ein neuerdings blosgelegtes Profil zeigt. Diese Einwirkung des Diluviums wird wohl auch hier, wie am Heuchlinger Berg (cf. p. 52 u. ff.) kleinere tektonische Verschiebungen zur Folge gehabt haben, denn es zeigen sich häufig unbedeutende oft nur handgrosse Stauchungen in den Rhätthonen (z. B. bei der „oberen

Grube“) und an einer Stelle auch ein nicht unbeträchtliches Einfallen nach W., das aber wieder in die horizontale Lagerung übergeht. Vergl. Figur 6, Taf. II.

Die Lage des höchsten Punktes beträgt 363 m über N. N., die tiefste am Fuss des Rückens an der Station Rollhofen ca. 352 m. Längs dieses Rückens erstrecken sich die Fabrik und die dazu gehörigen Thongruben. In der Richtung von West nach Ost finden sich langgestreckte Aufschlüsse.

Profil XI.

Die „obere Grube“. — Das damalige Profil lautete:

7.	Verwitterter Arietensandstein, rotbraun, mit erhaltenen Sandsteinplatten (Eisenköllern) vermengt, nach unten fester werden	1,10 m
6.	Arietensandsteinbank	0,10 m
5.	Stark sandiger gelber Thon	0,20 „
4.	Grauer Thon mit Adern von Eisenoxydhydrat durchzogen und mit einzelnen Kohlenputzen; die Farbe des Thones ist wechselnd, bald grau, bald (wohl durch Infiltration) gelblich.	0,55 „
3.	Rostfarbene Thonschicht, nach innen mehr in's Graue gehend, nach aussen durch Oxydation mehr bräunlich	0,80 „
2.	Schiefriger, zerbröckelnder Thon, gelblich rostfarben, sandiger als 5. mit Brauneisensteinschwarten, oft bis zu 3 cm stark; allmählig sandiger werdend und schliesslich nach	1,60 „
in 1.	Rhätsandstein übergehend.	

Zwischen 2 und 3 schiebt sich in dem höher gelegenen Teil des Aufschlusses eine ca. 1—2 m. mächtige Sandsteinbank ein, die sich nach W. und O. auskeilt.

Der Thon dieser Grube zeigt einen starken Einfluss der Atmosphärilien, wie sich aus der Infiltration von Eisenoxydhydrat aus dem Arietensandstein, der Schwefelkiesbildung und der Entkohlung und der Zerklüftung des Thones ergibt.

Der grössere Gehalt an Eisenoxyd lässt die Verwendung des Thones an dieser Stelle zu besseren feuerfesten Produkten

nicht rätlich erscheinen.[1]) Die einige Schritte nördlich davon in der Längsrichtung S.-N. erschlossenen Gruben auf dem „Zwiebelbauernacker“ lieferten an Profilen:

Profil XII.

I. Nördliche Grube:

10.	Hangendes: Wie „obere Grube“, aber noch mehr verwittert	1,75 m
9.	Thon, hellgrau	0,15 „
8.	rote Thonader, wellig	0,12 m
7.	graue Thonader, wellig, sich auskeilend	0,60 „
6.	hellroter Thon	0,60 „
5.	hellgrauer Thon	0,60 „
4.	grauer mürber Sandstein, nach rechts und links sich auskeilend	0,25 „
3.	grauer Thon, immer sandiger werdend, von einem feinthonigen Bänkchen (5 cm) durchzogen	0,90 „
2.	ganz allmählig wird der Thon noch sandiger und glimmerreicher, bis er nach ca. 30 cm in den	
1.	Rhätsandstein übergeht.	

II. Südliche Grube:

3.	Hangendes: Wie oben 10.	0,70 m
2.	Thon, hellgrau, dann rot wie oben 8 mit vereinzelten Sandbänkchen und Kohlenpartikelchen, zuweilen wird der Thon sehr dunkelfarbig, er liegt ohne allmäligen Uebergang durch sandige Partien auf dem	2,90 „
1.	Rhätsandstein.	

Aus einer leider wieder zugeschütteten Grube weiter östlich hat man ein kohlschwarzes thonigsandiges Gemenge gefördert, das sehr fett anzufühlen war und aus einem Gemenge von Kohle mit Thon und Sand bestand. Diese Schicht

---

[1]) Doch ist, wie ich mich später noch überzeugen konnte, das Vorkommen dieser starken und häufigen Branneisensteinlagen. auf diese eine Stelle der Thonfelder von Wolfshöhe beschränkt.

soll ziemlich mächtig gewesen sein, leider konnte ich mich von der Lagerung nicht mehr überzeugen.

In der Nähe der Station Rollhofen endlich befindet sich eine Grube, in der verwitterter Arietensandstein und Rhätthon mit Diluvialsand und Lehm zu einem braunen sandigen Lehm vermengt sich findet; an den verschütteten Seiten der Grube konnte aber ein Profil nicht aufgenommen werden; wie mir jedoch mitgeteilt wurde, befindet sich unter dem sandigen Lehm eine Schicht fetteren Lehmes und darunter bei 7 m eine Geröllschicht. Unter dem Geröll lagert Zanclodonletten. Ausserdem fand ich auch oben viel Geröll aus dem braunen Jura, z. B. Personatensandstein und Eisenoolith.

Die rationelle Analyse der Thone aus den beiden Gruben ergab:

	Obere Grube	Zwiebelbauernacker
Thonsubstanz:	63,34	40,01
Quarz:	36,66	54,69
Glimmer:	—	5,30
	100,00	100,00

Die auf der Fabrik Wolfshöhe gefertigten Steine zeigen einen Feuerfestigkeitsgrad von K. 30 bis K. 32.

Südlich von Wolfshöhe im Walde findet sich eine Grube,[1]) in der wir wieder einen dunkel blaugrauen Thon mit vorzüglicher Schieferstructur vorfinden. Er ist äusserst zart und gleichmässig; interessant an diesem Thonlager sind die in sehr grosser Menge darin vorkommenden chondritenartigen Gebilde, die man auf jeder neuen Spaltfläche der Schiefer findet. (cf. p. 46.)

An weiteren Pflanzenresten findet man nur wenig, am häufigsten noch Zamites distans, bezüglich der anderen auf Wolfshöhe vorkommenden Pflanzenfunde verweise ich auf Seite 45—46.

---

[1]) Zur Chamottefabrik Wolfshöhe gehörig.

Profil XIII.

Das Profil in dieser Grube lautet:

6. Rotgelber verwitterter Arietensandstein 0,50 m
5. Weisses Sandsteinbänkchen 0,17 „
4. Weicher, feinkörniger, verwitterter Sandstein rotgelb 0,70 „
3. Hellgrauer Thon, zu oberst durch Infiltration rotgefleckt 0,22 „
2. Thon, dunkelblaugrau, stellenweise fast schwarze Partieen, deutlich schieferig geschichtet 1,60 „
1. Rhätsandstein — (Im Rhätsandstein befindet sich eine ca. 5 cm breite Kluft, die mit tektonischen Störungen zusammenhängen dürfte (cf. Lagerungsverhältnisse).

Die Gesamt-Analyse des Thones aus dieser Grube ergab:

$Si\ 0_2$ (+$Ti\ 0_2$)	49,61
$Al_2\ 0_3$	31,26
$Fe_2\ 0_3$	1,56
$Ca\ 0$	0,26
$Mg\ 0$	0,59
$S\ 0_3$	Sp.
$Mn\ 0$	„
$K_2\ 0$	1,09
$Na_2\ 0$	0,29
Glühverlust	14,43
	99,09

Die rationelle Analyse lieferte:

Thonsubstanz:	80,60
Quarz:	17,74
Glimmer:	1,66
	100,00

Die Feuerfestigkeitsbestimmung zeigte, dass man es wiederum mit einem gut feuerfesten Thon zu thun hat, nämlich Schmelzpunkt zwischen K. 31 bis K. 32.

Noch ist an dieser Stelle auf die zahlreichen Steinbrüche an der Bahnlinie Schnaittach-Rollhofen hinzuweisen.

Die Pegnitz trennt das Gebiet der Hersbrucker Alb in einen nördlichen und einen südlichen Teil. Der nördliche Teil umfasst hauptsächlich die jüngeren Juraschichten, dem südlichen gehört ein grösseres Liasvorkommen an.

In das Arbeitsgebiet fällt der Höhenzug mit dem Moritzberg und die Gegend westlich von Altdorf.

Im Bereich der Rhätformation finden sich zwei grössere Thonvorkommen erschlossen, das am Moritzberg und das bei Winkelhaid westlich von Altdorf.

Südlich von Haimendorf, das bei ca. 432 m über N. N. auf Lias 3 steht, liegt der Weiler Rockenbrunn, am Westfuss des Moritzberges; westlich von Rockenbrunn befindet sich eine Schlucht (ca. 400 m über N. N.), die durch einen Bach gebildet wird. Gegen das Ende der Schlucht ist ein Aufschluss, der folgendes Profil zeigt:

Profil XIV.

5.	Grobkörniger, weicher Sandstein, dem Arietensandstein ähnlich	1,40 m
4.	schwaches welliges Thonzwischenbänkchen	
3.	harter, feinkörniger hellgelber Sandstein mit Kohlenäderchen und Manganputzen	3,10 „
2.	Thon, graublau, in dicken Platten, brechend, mit Einlagerungen von Kohlestücken	2,00 „
1.	Rhätsandstein.	

Thoneisensteingeoden wie auch kalkige Concretionen, die sich in der Grube fanden, sind wohl als von den über dem Aufschluss ansteigenden mittleren und oberen Liasschichten herrührend zu betrachten. Der blaugraue Thon zeigt eine grosse Zahl kohliger Teilchen und sehr viele Pflanzenreste, die jedoch zu schlecht erhalten waren, um bestimmt werden zu können. Es fanden sich ferner grössere Kohlenstücke von gagatartigem Aussehen bis zu lignitischem herab, von tiefschwarzer Farbe; auf der Kohle zeigt sich häufig Schwefelkies, der durch seine Vitriolisierung die Kohle aufbläht und aufblättert. Die Kohlenstücke besitzen bis zu 12 cm Durchmesser, sie liegen teils parallel zur Schichtung, teils schräg

dazu. Angezündet — was erst nach Vertreibung einer grösseren Menge Wasser möglich ist — verbrennen sie mit russender Flamme unter Verbreitung eines unangenehmen Geruches. Ich untersuchte die Asche einer solchen Kohle und fand einen sehr schwankenden Aschengehalt. Bei einem Gehalt von 11,03% Asche zeigte diese eine Zusammensetzung von:

Thon und Sand	20
Ca 0	31,76
$P_2 0_5$	13,55
$Al_2 0_3 + Fe_2 0_3$	14,11
Mg 0	Spuren
$S 0_3$	15,14
$K_2 0 + Na_2 O$	4,81
	99,37.

Der Thon ist schiefrig, sandig und glimmerführend. Die rationelle Analyse ergab:

Thonsubstanz	56,26
Quarz	39,97
Glimmer	3,77
	100,00.

Die Gesamtanalyse lieferte:

$Si 0_2$	66,70
$Al_2 0_3$	20,97
$Fe_2 0_3$	2,91
Ca O	2,25
Mg 0	Spuren
$K_2 0$, $Na_2 0$	nicht bestimmt
$S 0_3$	Spuren
Mn 0	„
$P_2 0_5$	„
Glühverlust	7,53
	100,36.

Dieser Thon ist reicher an Eisenoxyd und Kalk als die meisten Rhätthone, was man zum Teil auf Rechnung der Infiltration aus dem darüber liegenden Jura bringen kann.

Dicht bei Rockenbrunn befindet sich ein Steinbruch, in welchem dem Rhätsandstein zwar die Thonauflage fehlt, der aber dadurch besonders interessant ist, dass sich grosse silificirte Stammreste daselbst finden.

Profil XV.

Das Profil zeigt:

4. Arietensandstein und darüber Thone des Lias β 2,20 m
3. Graugelber, luckiger, weicher Sandstein mit feiner Schichtung, Manganputzen, Kohlenäderchen und Lettenbändchen 1,55 „
2. Lettenstreifchen, grau, nach beiden Seiten sich auskeilend 0,05—0,25 „ wellig gebogen, dann wieder horizontal.
1. Bausandsteinbank mit Stammstücken, härter als die obere Bank.

Westlich von dieser Rhätzone dehnt sich ein weites Gebiet von Diluvialsand aus, das südlich des Moritzberges eine breite Unterbrechung des Jura bildet und sich bis nahe an Altdorf erstreckt. Das Diluvium erreicht hier bedeutende Höhen, indem es nördlich von Altdorf unmittelbar an den Dogger stösst, westlich von Altdorf grenzt es an die Amaltheenthone.

Wie schon früher erwähnt, nehmen die Rhätthone, wie überhaupt die Rhätformation im Allgemeinen nach Süden zu immer mehr an Mächtigkeit ab. Nur bei Winkelhaid resp. vor Altdorf erreichen sie noch einmal eine etwas ansehnlichere Mächtigkeit.

Nördlich von der Station Winkelhaid im Walde bei ca. 428 m u. N. N. sind auf einer abgeholzten Stelle seit langen Jahren schon Gruben in Betrieb und rechts und links davon deuten die vielen jetzt wieder bewachsenen Mulden im Wald darauf hin, dass schon lange der Thonabbau hier betrieben wurde.[1])

[1]) Auf diese Lokalität und auf die Kalchreuther Gruben beziehen sich vielleicht auch die alten Gewerbsrechte, nach denen die Nürnberger Töpfer gegen Abgabe von 1 Gulden im Lorenzer- und Sebalder Wald Thon graben konnten, „wo sie ihn fanden“. (Ein solcher alter Gewerbs-

Von allen Thonen der Rhätformation ist der Winkelhaider der wertvollste. Dadurch, dass er in gewissen Schichten vollständig frei von Sand ist und sehr stark zusammengepresst ist, besitzt er die Eigentümlichkeit, dass er auf der Drehbank gefraist und abgedreht werden kann. So dient er in einigen Fabriken geradezu als teilweiser Ersatz für den kostbaren Speckstein, ohne aber dessen Eigenschaften zu erreichen.

Die Schieferstruktur der Rhätthone überhaupt, wie auch das feste Gefüge namentlich des vorliegenden Thones sind durch eine natürliche Pressung erfolgt. Ich machte den Versuch gepulverten Thon von Winkelhaid im leicht feuchten Zustand zu pressen und erzielte bei ca. 300 kg pro qcm ein dem Naturprodukt ähnliches Gefüge.

Die im Betrieb befindliche Grube zeigt folgendes Profil:

Profil XVI.

10.	Oben: Rotbrauner Sand mit schwarzbraunen Flecken — verwitterter Arietensandstein	0,70 m
9.	Grobkörniger, heller gefärbter Sand	0,15 „
8.	Rötlichgelber Sand, grobe wasserhelle Quarzkörner mit Eisenoxydhydrat verkittet und mit spärlichen gelben Eisenoxydäderchen durchzogen	0,45 „
7.	Verwitterter Arietensandstein	0,25 „
6.	Fester Arietensandstein, auf den Trennungsflächen braunes Eisenoxydhydrat ausgeschieden. (Die Sandsteinplatten sind in wechselnder Stärke.)	0,50 „
6a.	Verwitterter Arietensandstein	0,30 „
5.	Grauer zäher Letten, rot gefleckt	0,50 „
4.	Roter Thon	1,50 „
3.	Hellvioletter Thon	1,50 „

brief ist im Besitze der Familie des Verfassers.) Die dem Werte des Thones nicht entsprechenden hohen Staatsabgaben und der irrationelle Abbau, sowie das Eingehen der Kleinbetriebe bilden die Gründe, dass heute nur eine minimale Gewinnung auf diesen im Staatsbesitz befindlichen Gruben erfolgt.

2. Graublauer Thon nach unten immer dunkler werdend, die festeste und feinkörnigste Lage in der Mitte der Schicht nach unten sandiger werdend 1,20 m
1. Rhätsandstein.

Kohlige Partikelchen finden sich nach unten immer häufiger, wohlerhaltene Pflanzenreste jedoch fehlen.

Etwa 100 m südlich der Thongrube am Rand des Waldes befindet sich ein Steinbruch, der folgendes schöne Profil zeigt:

Profil XVII.

8. Braungelber sandig verwitterter Arietensandstein 1 m
7. Fester bankiger Arietensandstein 1 „
6. Grobkörnige graugelbe Bank 0,5 „
5. Arietensandstein 0,5 „
4. Wellig gebogene Sandsteinbank, ähnlich wie 3, zuweilen von Arietensandstein unterbrochen 0,25 „
3. Arietensandstein, fest erhalten 0,25 „
2. Harte, grobkörnige, graugelbe Sandsteinbank (Rhät) mit rostgelben Bändern 0,35 m
1. Bausandsteinbank, zuweilen von kleinen, sich rasch auskeilenden Lettenbänckchen überlagert.

Ein Vergleich zwischen den beiden Gruben zeigt, dass in dem Steinbruch, wo der Thon fehlt, dafür der Arietensandstein stärkere Mächtigkeit besitzt.

Der Thon aus den Winkelhaider Gruben ist von allen untersuchten Thonen des Rhätgebietes auch durch die grösste Feuerfestigkeit ausgezeichnet. Er steht zwischen K. 32 und 33, nahe an K. 33.

Die rationelle Analyse eines zum Drehen brauchbaren Stückes zeigte, wie fein dieser Thon bei seiner Ablagerung ausgeschlämmt wurde. Es bestand die Zusammensetzung:

Thonsubstanz:	91,07
Quarz: } Glimmer: }	8,93
	100,00

Die Gesamtanalyse ergab:

$Si\ 0_2$:	49,80
$Ti\ 0_2$:	0,10
$Al_2\ 0_3$:	35,72
$Fe_2\ 0_3$:	1,38
$Ca\ O$:	0,15
$Mg\ 0$:	Sp.
$S\ 0_3$:	0,09
$P_2\ 0_5$:	—
$Mn\ 0$:	Sp.
$K_2\ 0$:	0,95
$Na_2\ 0$:	0,18
Glühverlust:	12,11
	100,48

Berechnet man aus diesen Zahlen und der rationellen Analyse die Thonsubstanz, so erhält man für die Zusammensetzung dieser letzteren:

	Thonsubstanz aus Thon v. Winkelhaid.	Theoretisch berechnete Thonsubstanz.
$Si\ 0_2$ (+ $Ti\ 0_2$):	45,05	46,51
$Al_2\ 0_3$:	39,26	39,54
$Fe\ 0_3$:	1,51	—
$Ca\ 0$:	0,16	—
$Mg\ 0$:	—	—
$K_2\ 0$:	1,04	—
$Na_2\ 0$:	0,20	—
Glühverlust und $S\ 0_3$:	13,30	13,95
	100,52	100,00

Nebenstehend füge ich die der theoretischen Thonsubstanz von der Formel $Al_2\ 0_3 . 2\ Si\ 0_2 . 2\ H_2\ 0$ entsprechenden Zahlen zum Vergleich bei, woraus man die Reinheit des Winkelhaider Thones ersehen kann.

Der Jura.

Von den Stufen des Jura kommen im Arbeitsgebiet besonders die des schwarzen und braunen Jura in Betracht. Diese letzteren werden nach der Gümbel'schen Einteilung[1]) gegliedert in:

b. brauner Jura (Dogger).

auf der geolog. Karte von Bayern. Bl. Bamberg und Neumarkt als oberer Dogger = d_2 zusammengefasst.

3. Oberer Dogger:
   - b. Ornatenmergel (*Am. atletha*) 3—35 m, Dogger ζ in Schwaben.
   - a. Macrocephalus-Schichten (0,3 m) *A. macrocephalus*

2. Mittlerer Dogger: = ε in Schwaben
   - b. Varians-Schichten (*Terebratula digona*) 0,1—0,2 m
   - a. Parkinsoni-Schichten (*Parkinsonia Parkinsoni*) 4—30 m

1. Unterer Dogger:
   - d. Humphresianus-Schichten 6—8 m (*Am. Humphresianus*) = δ
   - c. Sandige, blaugraue, gelb verwitternde Kalke (*A. Sowerbyi*) 12—14 m = γ
   - b. Personatensandstein (*Am. Murchisonae*) 30 m, = d_2 der Karte = β
   - a. Opalinusthone (60—90 m) (*Trigonia navis* und *Am. toralosus*) = d_1 der geol. Karte, = α.

a. Lias oder schwarzer Jura.

3. Oberer Lias (Lias 3 der geolog. Karte von Bayern)
   Lias ζ: Jurensismergel, 2—3 m (Stufe des *Am. jurensis*)
   Lias ε: Posidonienschiefer, 10 m (Stufe der *Posid. Bronni*)

[1]) Geol. von Bayern, pg. 780 u. ff.)

2. Mittlerer Lias (Lias 2)

Lias δ: Costaten und Amaltheenschichten, 20 m (Stufe d. *Am. spinatus* (oben), *Am. margaritatus* (unten)

Lias γ: Numismalismergel (16 m) (Stufe d. *Am. Davoei* = oben, *Am. ibex* = mitten, *Am. Jamesoni* unten)

1. Unterer Lias (Lias 1)

Lias β: Obere Abteilung: Stufe des *Am. raricostatus* = oben, *Am. obtusus* = mitten, *Am. oxynotus* = unten.

Lias α: Untere Abteilung: Stufe d. *Pentacrinus tuberculatas* = oben, *Am. Bucklandi* = mitten, *A. angulatus* und *A. planorbis* = unten.

Der untere Lias.

Die Bildungsweise dieser in Franken nur sehr dürftig entwickelten Stufe wurde schon bei der Besprechung der Rhätthone berührt. In ihrem petrographischen Charakter schliesst sie sich eng an die Keuperformation an, wenigstens in Franken, wo auch die neue Fauna, die für die Abgrenzung zwischen Jura und Keuper massgebend ist, nur andeutungsweise auftritt.

Die örtliche Verbreitung des unteren Lias, welcher im Wesentlichen durch den bis zu 3 m mächtigen Arietensandstein repräsentiert wird, fällt so ziemlich zusammen mit jener der ihn unterteufenden Rhätformation. Bei der verhältnismässig geringen Mächtigkeit und leichten Verwitterbarkeit unterliegt der Arietensandstein indessen ziemlich rasch der Erosion und die Spur seiner bis vor kurzem augenscheinlich weiteren Verbreitung finden wir an zahlreichen Fragmenten, welche auf den durch die obersten Rhätschichten gebildeten Flächen repräsentirt wird.

Ebenso wie das Auftreten des Rhäts im Allgemeinen und besonders der Rhätthone nach Süden schwächer wird, so verschwächen sich auch die Lagen des unteren Lias,

während dagegen die mittleren Liasschichten, vor allem die Costatenmergel, in bedeutender Mächtigkeit auftreten.

Der untere Lias in Franken lässt sich in 3 Stufen gliedern:

1. Die oberen oder Raricostatusschichten (= schwarzer Jura β in Schwaben).

2. Die Gryphaeen- und Arietitenschichten.

3. Der Angulatensandstein (Schwäb. Jura: Schwarzer Jura α.)

Es wurde bereits an anderer Stelle erwähnt, dass der Angulatensandstein im Arbeitsgebiet nicht mit Sicherheit als solcher nachgewiesen werden konnte; die ausgesprochene Bildung des Angulatensandsteins mit Zopfwülsten, Cardinien, Lima pectinoides, Am. angulatus etc. findet sich erst weiter nordwärts und südwärts. Die in der grobkörnigen und weniger scharf bestimmbaren Ausbildung des Angulatensandsteins vorkommenden sogen. Schwedenkugeln — kalkig-sandigen Concretionen — wurden nur bei Marloffstein ausserhalb des Gebietes beobachtet, wo Bettinghaus[1]) auch *Avicula sinemuriensis Lam.* fand.

Der Repräsentant des unteren Lias im Arbeitsgebiet, der Arietensandstein, unterscheidet sich wesentlich von dem der schwäbischen Ausbildung. Statt des mit Quarzkörnern gespickten grauen Kalkes, wie er in Schwaben auftritt, findet sich in Franken ein durch wenig Kalk und Eisencarbonat verkittetes, aus groben eckigen Quarzkörnern bestehendes Gestein, und statt des Reichtums an organischen Einschlüssen, der ihn dort auszeichnet, ist die Fauna des fränkischen Arietensandsteins auf dürftige Exemplare der Gryphaea arcuata beschränkt.

Um den petrographischen Gegensatz zwischen der schwäbischen und fränkischen Facies auch an Hand von Zahlen zu zeigen, möchte ich der Analyse eines schwäbischen Arietenkalkes die des fränkischen Gesteines aus dem gleichen Horizonte vergleichend gegenüberstellen.

[1]) Die geogn. Verhältnisse des Rathsberger Höhenzuges. Inaug. Dissertat. 1896.

I. Schwäbischer Arietenkalk aus der Gegend von Ellwangen[1])
II. Fränkischer Arietensandstein[2])
III. Dasselbe Gestein, aber etwas verwittert, aus der Altdorfer Gegend (Burgthann)[3])

	I.	II.	III.
Rückstand(Quarzkörn.)	16,8893	51,66	56,090
$Al_2\ O_3$	0,0673	4,05	10,687(Thon)
$Fe\ C\ O_3$	2,8463	—	1,040
$Fe\ O$	—	0,98	—
$Fe_2\ O_3$	—	6,65	—
$Mn_3\ O_4$	0,3633	0,051	0,640
$Ca\ C\ O_3$	77,1607	—	30,426
$Ca\ O$	—	16,56	—
$Mg\ C\ O_3$	1,0437	—	0,304
$Mg\ O$	—	2,04	—
$P_2\ O_5$	0,1963	0,002	Sp.
$S\ O_3$	0,0166	Sp.	Sp.
Cl	—	0,008	Sp.
H_2O + Verl.	1,2010	1,885	0,813
$Si\ O_2$ gelöst	0,2876	—	—
$K_2\ O$	0,0250	0,63	—
$Na_2\ O$	0,0314	0,18	—
$C\ O_2$	—	15,49	—
	100,1285	100,227	100,00

Nach Gümbel findet sich zuweilen Bleiglanz und Schwerspath eingesprengt, an Accessorien stellte er des weiteren fest: Zirkon, Rutil, Feldspath.

Das Gestein tritt im Arbeitsgebiet durchweg gleichartig auf; es ist sehr hart und wird deshalb als Beschotterungsmaterial verwendet.

Von der über dem Arietensandstein folgenden Schicht der Raricostatus (= Turneri) = Mergel und Kalke finden

[1]) Wolff-Wagner (Württemb. Jahresh. 1871 pag. 66 u. ff.)
[2]) O. Fritz, Inaug. Diss. Erlg. 189? — nicht veröffentlicht.
[3]) Gümbel, Frankenjura p. 67.

sich im Arbeitsgebiet nur Andeutungen, so bei Heimendorf m. *Am. raricostatus* (vergl. Profil XVIII 5) nnd bei Rasch (Profil XIX 7); in dem benachbarten Gebiet nördlich von Erlangen fand Bettinghaus[1]) diese Schicht etwa 10 cm mächtig mit *Am. planicosta* und *Am. Ziphus.*

Der mittlere Lias.

Von den Abteilungen des Lias ist die mittlere im Untersuchungsgebiet am mächtigsten entwickelt und besitzt auch die grösste Ausdehnung; es sind die Zonen der Plicatula- oder Numismalismergel und -Kalke (Schwarzer Jura γ in Schwaben) nnd die der Costaten- und Amaltheenthone (schwarzer Jura δ in Schwaben).

Die beiden Horizonte, von denen der untere, die Numismalismergel, im Arbeitsgebiet nur eine geringe Mächtigkeit besitzt, lassen sich schwer trennen, da sie unmerklich in einander übergehen und Versteinerungen in dem vorliegenden Terrain leider nur sehr spärlich vorhanden sind.

Die Schichten des mittleren Lias setzen sich zusammen aus Schieferthonen und Mergeln von grauer oder schwärzlicher Farbe, die zuweilen durch Oxydation und durch Beimengung verwitterter Thoneisensteinknollen eine gelblich bis bräunliche Farbe annehmen. Sehr häufig finden sich auch Manganden-driten auf den Thonen und eingebettete Knollen von kohlensaurem Manganoxydul. Die Thoneisensteinconcretionen, die beim Zerfallen deutlich concentrische Lagen erkennen lassen, sind sehr charakteristisch für den mittleren Lias, insbesondere für die Amaltheen- und Costatenthone.

Häufig umschliessen diese Concretionen Versteinerungen (z. B. Am. spinatus) oder zeigen im Innern Mineralien: Calcit, Siderit, Schwefelkies, Zinkblende, Schwerspath. Zuweilen besitzen solche Geoden einen erheblichen Gehalt an Phosphorsäure.[2])

Der mittlere Lias findet sich zusammen mit dem oberen

[1]) a. a. O.

[2]) Gümbel, Sitzber. d. b. Ak. d. W. math. phys. Kl. 1864, p. 325 u. ff.

Lias in 4 Gebieten: In dem der Kalchreuth-Eschenauer Liasinsel, in dem westlichen Teil des Juramassives von Forth über Schnaittach bis Hersbruck, in dem durch die Pegnitz von diesem Teil getrennten Bezirk des Moritz-, Nonnen- und Buchenberges und in dem durch weit ausgedehnte diluviale Ablagerungen wiederum abgetrennten Altdorfer Bezirk.

I. Das Kalchreuth-Eschenauer Gebiet ist von Lissack[1]) eingehend behandelt worden; meine Untersuchungen, die in geologischer Beziehung keine neuen Resultate hinzufügen können, erstrecken sich daher in erster Linie auf die chemische Betrachtung der Lettenvorkommen.

Ein sehr guter Aufschluss findet sich in einer kleinen Schlucht im N. von Käswasser; hier sind Lias γ und Lias δ zu beobachten.

Der Lias γ ist nicht gut in einzelne Horizonte zu gliedern, da er nur eine Mächtigkeit von ca. 1 m besitzt. Die über ihn befindlichen Sand- und Thonlagen wurden von Lissack als Lias δ angegeben, während von Blanckenhorn[2]) diese wechselnden Thon- und Sandschichten als zur III. Diluvialterrasse gehörig festgestellt wurden: die Thone sind aus der Zerstörung und Verschwemmung der Amaltheenthone hervorgegangen.

Am höchstgelegensten Aufschluss konnte ich keine Sandlagen mehr finden und habe ich deshalb die von dort zur Untersuchung mitgebrachten Thone als anstehenden Lias δ betrachtet.

Der Lias δ besitzt hier eine Mächtigkeit von ca. 30 m und gehört zum grösstenteil, da die Zone des *Amaltheus margaritatus* nur sehr schwach in der Umgegend entwickelt ist, der Zone des *Am. spinatus*, der sich häufig findet, an.

Die Analysen der Thone aus dem Lias γ und δ von Käswasser ergaben für ihre chemische Zusammensetzung:

---

[1]) Die geogn. Verhältnisse der Umgegend von Kalchreuth-Eschenau, Inaug. Diss. Erlg. 1894.

[2]) Das Diluvium d. Umgegend von Erlangen, p. 32.

	L. γ	L. δ
$Si\ O_2$	61,19	58,80
$Al_2\ O_3$	18,80	20,61
$Fe_2\ O_3$	4,13	6,40
Ca 0	2,52	1,13
Mg 0	1,52	0,61
SO_3	Sp.	0,20
$P_2\ O_5$	„	Sp.
Mn 0	„	1,42
$K_2\ 0$	2,02	1,51
$Na_2\ 0$	1,63	1,22
($C\ O_2$	2,89	2,22)
Ges. Glühverlust	9,71	10,01
	101,52	101,31

Die rationellen Analysen ergaben:

Thonsubstanz:	62,44	66,64
Quarz:	32,57	33.36
Glimmer:	4,99	
	100,00	100,00

Die mikroskopische Betrachtung zeigte die auch den Keuperschichten eigenen Accessorien.

II. In dem Bezirk Schnaittach fehlen gute Aufschlüsse, wir sind hier auf einige Lehmgruben von Ziegeleien angewiesen.

Im Teufelsgraben bei Forth sind die Margaritatus- und Costatusschichten in einer Mächtigkeit von ca. 25 m aufgeschlossen, es fanden sich dort *Am. spinatus* Brug, *Pleurotomaria rotundata* Münst., *Inoceramus substriatus* Goldf., *Plicatula spinosa* Sow. Noch stärker entwickelt sind die Schichten des Lias δ bei Grossbellhofen am Fuss des „alten" Rottenberges, wo sich einige Aufschlüsse finden, ferner am Calvarienberg bei Schnaittach und bei Hedersdorf, sowie am Fuss des Rothenberges östlich von Schnaittach.

Es zieht sich von da der mittlere Lias südlich bis gegen das Pegnitzthal, dann folgt er diesem nach Westen bis Hersbruck, von wo an dann Opalinusthon die Thalsohle bildet.

Ueber die Ausbildungsweise in dieser Gegend ist nichts besonderes zu bemerken; bei Grossbellhofen finden sich häufig grosse Kalkseptarien, die mit Schnüren von Kalkspath durchzogen sind; man kann sich deren Entstehung dadurch erklären, dass die Kalkspathadern Ausfüllungen von mergeligen Austrocknungsrissen vorstellen. Häufig sind dort auch die grossen brodlaibartigen Thoneisensteingeoden und Klumpen von violett-braunem Manganoxydulcarbonat zu finden. Der Aufschlnss bei Grossbellhofen, wie auch der bei Hedersdorf (an der Bahnstation) gibt zu keinen weiteren Bemerkungen Anlass.

Es sind oben zerklüftete gelbbraune, nach unten geschichtete dunklere Thone, die sehr feinkörnig sind und keine gröberen Beimengungen, ausser den Thoneisensteingeoden und den wenigen Kalkseptarien, zeigen. Kalkbänke mit Versteinerungen wie überhaupt Leitfossilien, fehlen hier vollständig.

Die Thone werden in der kleinen Ziegelei von Grossbellhofen verarbeitet, ferner in zwei Ziegeleien zu Schnaittach, deren eine am Fusse des Rothenberges liegt. Die Analyse eines Thones von Grossbellhofen ergab:

$Si\ 0_2$:	48,32	
$Al_2\ 0_3$:	25,47	
$Fe_2\ 0_3$:	4,53	
Ca 0:	5,14	
Mg 0:	0,15	
$S0_3$:	Sp.	
$P_2\ 0_5$:	„	
Mn 0:	„	
K_2 0:	1,23	(aus der Differenz)
Na_2 0:	„	
C 0_2:	3,98	
Ges. Glühverlust:	13,97	
	100,00	

Der Thon dieses Horizontes eignet sich sehr gut zur Ziegelfabrikation, vor allem ist er sehr plastisch und brennt sich schon bei verhältnismässig niedriger Temperatur ziemlich dicht. Infolge des wechselnden Kalkgehaltes ist jedoch Vorsicht geboten, da die Thone mit grösserem Kalkgehalt leicht

verschlacken. Doch scheint sich der Kalkgehalt auf die oberen Schichten zu beschränken, eine Probe aus den mittleren und oberen Schichten ergab nur 1,93 % Ca O.

Das Lager der Thone des Lias δ bei Grossbellhofen schneidet gegen eine diluviale bezw. eluviale Lage von Thon und Sand ab, die der III. Diluvialterrasse bei Käswasser entspricht.

Die an der Bahnstation Reichenschwand gelegenen grossen Lehmgruben sind auf der geol. Karte Bl. Bamberg als Amaltheenthone bezeichnet; es zeigte sich jedoch, dass es sich hier um ein Eluvialgebilde aus dem Amaltheenthon handelt, dem auch Gerölle aus dem braunen Jura mit eingeschwemmt ist.

III. Der Bezirk um den Moritzberg bis gegen Henfenfeld zeigt noch weniger Aufschlüsse als die anderen Gebietsteile; die Liasschichten legen sich um die West- und Nordseite des Höhenzuges, der im Moritzberg (599 m), Nonnenberg (584 m), Buchenberg (576 m) seine Gipfelpunkte besitzt. Im Südwesten und Süden sind grosse Areale mit Diluvialsanden bedeckt, welche typischen Dünenlandschaftscharakter zeigen.[1]) Solche Dünenhügel kommen in der ausgebildetsten Form namentlich im N. von Altdorf in der sogen. Wolfsgrube und im Fichtach vor; hier reichen die Sandflächen bis 437 m empor. Auch an der Nordseite des Moritzberges reichen Diluvialbedeckungen bis an den Lias δ (auf der geol. Karte von Bayern, Bl. Bamberg noch nicht genügend berücksichtigt) bei einer mittleren Höhe von ca. 400 m.

Die tieferen Schichten des mittleren Lias — die Stufe des Am. Davoei — fanden sich in einem früheren Steinbruch bei Haimendorf, von dem Gümbel[2]) ein Profil gibt, das ich, da mir anderweitige Aufschlüsse fehlten, citire:

Profil XVIII.

8. Gelber Sand und Ackererde	1,75 m
7. Gelber, flasrig geschieferter Davoeikalk (Lias γ)	1,00 „

[1]) cf. Gümbel, Frankenjura, pag. 388.

[2]) Frankenjura, pag. 391.

6. Gelber fester Kalk mit Quarzkörnern und weissen Geoden 0,20 m
5. Grauer sandiger Lettenschiefer mit *Ammonites raricostatus* (Lias β) 0,25 „
4. Wechselnd festere und weichere Lagen grobkörnigen eisenschüssigen Arietensandsteins 2,00 „
3. Weisse und gelbliche Sandsteine mit Thonflasern und eisenschüssigen Concretionen (vielleicht Angulatenstufe?) 0,75 „
2. Grauer thoniger Sand 1,00 „
1. Rhätischer Bausandstein 5,00 „

Nach der v. Ammon'schen Tabelle der fränk. Liasversteinerungen und meinen eigenen Beobachtungen würden sich für das Gebiet Moritzberg und nächste Umgegend folgende Vorkommen von Fossilien des mittleren Lias zusammenstellen lassen:

Belemnites paxillosus Schloth.
„ *clavatus* „
Amalth. margaritatus Montf.
„ *spinatus* Brug.
Pleurotomaria anglica Goldf.
Leda Zieteni Brauns (*L. accuminata Opp.*)
„ *Galathea* d'Orb
Plicatula spinosa Sow.

Die reichlichere Entwicklung des mittleren Lias an der südlichen Grenze des Arbeitsgebietes wurde bereits bei der Besprechung des unteren Lias erwähnt. In der Umgegend von Altdorf wurden bei Anlage des Ludwigskanales die Stufen des mittleren und oberen Lias durch grossartige Aufschlüsse entblösst, leider ist aber jetzt von diesen so gut wie nichts mehr zu sehen, nur in den Einschnitten der Schwarzach bei Rasch, sowie in den Ziegeleien bei Altdorf und Ludersheim lassen sich Beobachtungen anstellen. Von den übrigen Bezirken unterscheidet sich in diesem der mittlere Lias durch das häufigere Vorkommen von Kalkbänken und -Knollen an der Grenze zwischen Lias γ und δ. Das Kalkgestein ist dem schwäbischen Arietenkalk ähnlich, zeigt wie dieser eckige

eingebettete Quarzkörner, ist aber von demselben scharf zu unterscheiden durch das Vorkommen von *Waldheimia numismalis* und anderer Leitfossilien des Lias γ.

Die Amaltheenthone und Numismalismergel sind etwas deutlicher aber auch hier immer noch in recht geringer Mächtigkeit entwickelt.

Bei Winkelhaid und Richthausen (westlich von Altdorf) fand ich zuweilen dünne Mergelschichten über dem Arietensandstein; meist fanden sich aber nur dünne Kalkplatten mit *Waldheimia numismalis, Bel. elongatus, Bel. clavatus, Gryphaea obliqua, Rhynchon. rimosa*, welche den Numismalismergel-Horizont anzeigten.

Die Stufe der Costatenmergel ist von dem der nördlichen Gebiete nicht wesentlich verschieden.

Bei Rasch (südlich von Altdorf) findet sich ein Profil, das auch Gümbel[1]) angibt. Bis zu Schicht 8 war es zu verfolgen, die höher gelegenen Schichten waren verstürzt:

Profil XIX. Rasch bei Altdorf.

11.	Blaugrauer lettiger Mergel mit knolligen Kalken m. *Am. margaritatus, Bel. paxillosus*	1,65 m
10.	Kalkbank m. *Bel. pax.* und *Am. fimbriatus*, Davoeikalke	0,50 „
9.	Gelbgraue Mergel mit Thoneisensteingeoden und Kalkzwischenlagen mit *Plicat. spinosa* und *Bel. elong.*	3,30 „
8.	Unregelmässige, linsenförmig verengte und erweiterte Bank mit weissen kieseligen Concretionen (Niveau d. *Am. ibex.*)	0,90 „
7.	Schiefermergel und grauer Kalk mit Quarzkörnern und *Gryphaea gigas*	0,17 „
6.	Arietensandsteinbank	1,60 „
5.	Gelber Lettenschiefer m. Zwischenlagen gelben feinen, oft ockerfarb. Sandsteins und kieseligen Sandsteinplatten (Angulatenstufe?)	4,95 „

[1]) Sitzber. d. k. bayer. Akademie d. Wissenschaften 1864.

4. Grober gelber Sandstein, nach unten geschichtet, thonig und mit Pflanzenresten 0,95. m
3. Grobkörniger, weisser, gelbgestreifter Sandstein mit Kohlenputzen 2,30 „
2. Rhätthon mit Pflanzenresten, muldenförmig 0,50 „
1. Bausandstein des Rhäts 5 „

Ein umfangreicheres Profil ergab sich beim Bau der Eisenbahn Feucht-Altdorf in der Nähe von Altdorf, das ich Gümbel[1]) entnehme:

Profil XX.

Profil a. d. Bahnlinie Altdorf-Feucht.

10. Unter der sandigen Ueberdeckung wurde zuerst grauer Mergel mit leicht zerbröckelnden, eisenrostigen Geoden angetroffen. Hierin fanden sich *Am. margaritatus, Chemnitzia nuda, Pleuromya unioides, Inoceramus substriatus.* 1 m
9. Gelber Mergel mit einzelnen Kalkknollen und denselben organ. Resten wie 1, besonders mit zahlreichen Belemniten 0,50 „
8. Oben gelblicher, unten grauer z. T. dunkelfleckiger Mergel, voll von *Bel. paxillosus* (L δ) 0,75 „
7. Blaugrauer, durch Verwitterung gelblicher Kalk, ohne Quarzkörner mit *Am. Davoei, Pentacrinus subangularis, Inoceramus ventricosus, Gryphaea cymbium.* 0,25 „
6. Gelbverwitternder, flaserig bröcklicher Mergel und flaserig mergeliger Kalk m. *Plicatula spinosa, Terebrat. numismalis* (L γ) 0,33 „
5. Grauer, dunkelfleckiger Kalk, hart, mit groben wasserhellen Quarzkörnern u. weissen Geoden, voll von *Gryphaea obliqua, Belemn. elongatus, Am. Maugenesti* 0,50 „
4. Grobsandige, eisenschüssige Lage, mit weissen Geoden, in grauen Mergel übergehend, mit *Pentacrinus tuberculatus* (= Lias β) 0,04 „

[1]) Frankenjura, pag. 390.

3. grobkörniger, etwas kalkiger Arietensandstein mit *Gryphaea arcuata* (= Lias α)		4,00	m
2. thoniger Sand mit Sandsteinschiefer	Rhät	1	„
1. Rhätischer Bausandstein	Rhät	10	„

Nicht weit entfernt von diesem ehemaligen Aufschluss, bei Ludersheim, erhebt sich über den sandig-thonigen Diluvial- bezw. Eluviallagen (= III. Terrasse) der Lias δ, die Costatenmergel, ca. 10 m mächtig. Diese Schichten sind in verschiedenen Lehmgruben der Ziegelei Ludersheim aufgeschlossen.

Es sind die bekannten graugelben, teils schieferigen, teils zerklüfteten Thone mit Thoneisensteingeoden, in denen ich ein Exemplar von *Amaltheus spinatus* fand.

Ueber den Thonen des Lias δ folgen die Schichten des oberen Lias ε und ζ, die aber nicht erschlossen sind.

Der Thon aus der Ludersheimer Grube, der gleich den Thonen bei Grossbellhofen und Schnaittach ein gutes Ziegelmaterial bildet, besass die Zusammensetzung:

Thonsubstanz	64,69
Quarz und Silicate	35,31.

Er gleicht also ganz den Thonen des gleichen Horizontes von Käswasser und anderen Oertlichkeiten.

Zur Vervollständigung des chemischen Bildes der mittleren Liasschichten füge ich noch die Analyse eines Davoeikalkes von Burgthann (südlich von Altdorf) bei:[1])

$Ca\ C0_3$	85,30
$Mg\ C0_3$	2,10
$Al_2\ 0_3$ / $Fe_2\ 0_3$	1,90
$Mn\ 0_2$	0,60
Thon	7,03
$H_2\ 0$	2,89
	99,82

Der obere Lias.

Der obere Lias fällt durch reicheres Vorkommen von Versteinerungen, dunkle Farbe und bituminöse Beimengungen

[1]) Gümbel, Frankenjura, pag. 70.

der ihn zusammensetzenden Mergelschiefer und Kalke auf. Es überwiegen zum ersten Male im Lias des Arbeitsgebietes die kalkigen Bestandteile. Sehr mächtig ist der obere Lias allerdings nicht entwickelt, er beschränkt sich auf eine Mächtigkeit von 6—8 m gegen 20—40 m des mittleren Lias.

Man kann zwei Stufen unterscheiden:

obere Stufe: Die Radians- oder Jurensismergel und -Kalke = schwarzer Jura ζ in Schwaben;

untere Stufe: die Posidonomyenschichten (schwarzer Jura ε in Schwaben).

Die untere Stufe ist im Untersuchungsterrain die mächtigere, während die Jurensismergel sehr zurücktreten und erst von Altdorf an bedeutendere Entwickelung erlangen.

Die Posidonienschichten setzen sich zusammen aus dünnen, äusserst fein spaltenden dunkelbraunen Mergelschiefern, dazwischen wechsellagernd kalkarme Letten und eingebettete bituminöse Kalke, sogen. Stinkkalke; nach oben nehmen die Kalke überhand und besonders das Auftreten einer harten schwärzlichen Kalkbank, die vor allem *Pseudomonotis substriata* neben anderen organischen Resten birgt — die sogen. Monotisplatte — ist hier charakteristisch.

Die Versuche, aus den Schiefern — „dem vom Fett der Saurier träufelnden Gestein“[1]) — das Bitumen zu gewinnen, sind zwar öfters unternommen, aber stets als nicht lohnend, bald wieder aufgegeben worden.

Beim Erhitzen im Glührohrchen entwickeln die Schiefer einen braunen, sich zu einer öligen Flüssigkeit verdichtenden Dampf von ichthyolartigem Geruch. In Xylol gelöst und verdampft bleibt eine ozokeritähnliche Masse zurück. Neumayer[2]) konnte in schwäbischen Schiefern bis zu 27,90 % organ. Substanz und Wasser feststellen.

In Bezug auf die örtliche Verbreitung des oberen Lias gilt so ziemlich auch das für den mittleren Lias bereits Gesagte:

[1]) Quenstedt, Jura, pag. 275.

[2]) Petrograph. Studien: Württemberg. naturw. Jahreshefte 1868.

I. Bei Kalchreuth finden sich zeitweise Aufschlüsse in den Posidonienschichten, indem die Kalksteine dieser Stufe eifrig gegraben und für Bauzwecke verwendet werden.

Diese Aufschlüsse zeigen abwechselnde Lagen von bituminösen Blätterschiefern mit unregelmässigen Einschlüssen von Stinkkalken und grauen Mergelthonen, oben überwiegen die kalkigen, unten die thonigen Gesteine. In den Papierschiefern finden sich in Masse *Posidonomya Bronni* und *Inoceramus dubius*, in den höheren Lagen der Stinkkalke *Pseudomonotis substriata, Mytilus amygdaloides, Ammonites communis* und *Harpoceras*-Arten.

Der Name Kalchreuth dürfte seinen Ursprung wohl auf solche „Kalk-Rodungen" zurückführen lassen.

Für die eingehendere Bearbeitung der palaeontologischen Ergebnisse dieses Vorkommens kann ich wohl auf Lissack[1]) verweisen.

Die Jurensismergel finden sich im Kalchreuth-Eschenauer Höhenzug am sogen. Katzenkopf, südlich Kl. Geschaidt in einer Mächtigkeit von ca. 1 m.

II. Im Schnaittacher Gebiet finden sich im Teufelsgraben bei Forth die Posidonienschiefer und Radiansmergel mit zahlreichen Versteinerungen in einer Mächtigkeit von ca. 8 m.

Hier zeigt sich folgendes Profil:

Profil XXI.

5. oben: Radiansmergel m. *Bel. irregularis*
4. blättrige Schiefer mit festen rötlichen Kalkbänken mit *Pseudomonotis substriata* und *Am. communis.*
3. Posidonienschiefer mit blätterigen kalkigen Schichten und weissen Flecken (Fischschuppenabdrücke und viele Fossilien).
2. Thone der Margaritatus — und Costaten — Zone, reich an Versteinerungen und Thoneisensteinconcretionen mit Schwefelkiesputzen.
1. Arietensandstein.

[1]) a. a. O.

Am „alten Rothenberg", wie auch am Rothenberg bei Schnaittach wird der obere Lias von Opalinusthon überdeckt und ist nur als ganz schwacher Streifen dem braunen Jura vorgelagert; er konnte nur durch einzelne Lesestücke konstatirt werden.

III. Auch am Moritzberggebiet fehlen Aufschlüsse, die uns die oberen Liasschichten deutlich erkennen und eingehender studieren liessen.

Bei Haimendorf ergab sich bei ca. 430 m in einer Grube folgendes Profil:

Profil XXII.

4. Oben: Rotgelber Sand Diluvialbedeckung (durch den in der Nähe befindlichen Hüttenbach entstanden.) 1,5 m
3. brauner schiefriger Letten mit kleinen Bänkchen von graugelbem Kalk, innen schwarz und bituminös — mit *Pseudomonotis substriata, Inoceramus cf. amygdaloides* 0,45 „
2. dünngeschichtete mergelig-sandige Streifchen (den Papierschiefern entsprechend) m. *Posidon. Bronni* 0,20 „
1. graublaue Lettenschiefer mit Brauneisensteinknollen und Zwischenlagen von sehr feinen braungelben eisenhaltigen Lettenstreifchen 0,75 „

An Fossilien fanden sich ausser den genannten noch:

Harpoceras serpentinus Rein.
Ammonites communis Sow.
Posidonomya Bronni Voltz.
Harpoceras ?
Belemnites acuarius Schloth.
Inoceramus dubius Sow.

Sehr häufig finden sich Flossenstacheln und Fischzähnchen; auch Fiedern und Stammabdrücke von Equisetaceen beobachtete ich, Algenabdrücke (*Algacites granular.* Sternb. und *Fucoides bollensis*), die nach Gümbel öfters im fränkischen Posidonienschiefer vorkommen sollen, konnte ich nicht finden.

Die Analyse des Mergelthones ergab:

$Si\ O_2$:	52,47
$Al_2\ O_3$:	26,32
$Fe_2\ O_3$:	8,75
$Ca\ O$:	0,34
$Mg\ O$:	Sp.
SO_3:	„
$P_2\ O_5$:	„
$Mn\ O$:	„
$K_2\ O$:	1,52
$Na_2\ O$:	0,96
Glühverlust:	9,38
	99,74

Man sieht, dass kaum ein Unterschied zwischen den Thonen des mittleren Lias besteht. Hier wie dort ein geringer Kalkgehalt, Fehlen von gröberen Sandkörnern, hoher Thonerdegehalt. Der höhere Eisenoxydgehalt erklärt sich aus der Beimengung verwitterter Thoneisensteingeoden. Auch eine Analyse v. Raumer's[1]) von einem Posidonienthon der Erlanger Umgegend lieferte ähnliche Zahlen, für ein etwas sandigeres Gestein:

$Si\ O_2$:	67,76
Al_2O_3 u. Fe_2O_3:	24,76
$Ca\ O$:	0,67
$Mg\ O$:	0,85
$Fe\ S_2$:	1,40
$K_2\ O$:	2,32
$Na_2\ O$:	1,27
	99,03

Eine technische Verwertbarkeit der Thone des oberen Lias ist bei der Abgelegenheit von den Verkehrsstrassen und

[1]) Beiträge zur Kenntnis der fränk. Liasgesteine, Inaug. Dissert. Erlg. 1878.

NB. Die Analyse bezieht sich auf den vorher geglühten Thon.

der geringen Mächtigkeit im Bereich des Arbeitsgebietes (mit einer Ausnahme) so gut wie ausgeschlossen. Dagegen finden die kalkigen Schichten bei grösserer Mächtigkeit in der Neumarkter Gegend Verwendung zur Cementfabrikation und zur Darstellung von hydraulischem Kalk, wozu sie sich sehr gut eignen.

IV. Bei Altdorf finden sich die Schichten des oberen Lias in weiterer Verbreitung.

Gümbel[1]) gibt eine grössere Anzahl von Fossilien an, die er dort (zumeist am Hirschbühl, östlich von Altdorf) fand.

1. Posidonienschichten:

Am. lythensis Young, *Am. subarmatus* Young, *Am. communis* Sow., *Am. elegans* Sow., *Am. falcifer* Sow., *Am. heterophyllus* Sow., *Am. cornucopiae* Young, *Am. ceratophagus* Quenst., *Belemn. acuarius* Qu., *Goniomya rhombifera* Ag., *Posid. Bronni* Goldf., *Pecten incrustatus* Defr., *Ostrea subauricularis* d'Orb.

II. Jurensismergel:

Am. radians Schloth., *Am. costula* Rein., *Am. hircinus* Schl., *Am. Aalensis* Ziet., *Belemn. longisulcatus* Voltz, *Belemn. irregularis* Schl., *Belemn. pyramidalis* Münst., *Pentacrinus jurensis* Qu.

Die kalkigen Bänke und Posidonienschiefer finden sich allenthalben um Altdorf. Der schiefrige Charakter der Posidonienschichten tritt zurück, es überwiegt die kalkige Zusammensetzung. Die Monotisplatten sind besonders reichlich entwickelt und wimmeln von Petrefakten, vor allem natürlich von Pseudomonotis substriata. Auch Stammstücke finden sich öfters.

Besonders schön zeigt sich der obere Lias bei Rasch, südlich von Altdorf.

Auch die Jurensismergel sind dort zu beobachten, sie sind in einer Ziegelei am Donau-Main-Kanal aufgeschlossen, und zeigen sich in Gestalt von etwa 4 m mächtigen blauen Schieferthonen, die zu äusserst feinen Blättern zerfallen und gelbbraun anlaufen, entwickelt.

[1]) Frankenjura. p. 391.

Dazwischen sind harte Mergelkalke eingelagert, auch Kalkbänke m. Am. radians. Ueber den Jurensismergeln erhebt sich der Opalinusthon, ebenfalls ca. 3—4 m erschlossen.

Die Verwendung der Jurensismergel bringt bei der Fabrikation von Mauersteinen auf der dortigen Ziegelei infolge der vielen Kalkbänke beträchtlichen Ausschuss hervor, während die Verwendung der an Kalkbänken ziemlich freien, etwas höher gelegenen Opalinusthone derartige Schäden vermeiden liesse.

Der Dogger.

Der braune Jura beginnt mit einer sanft ansteigenden Schichtenreihe gelber oder grauer Thone, der Opalinusthone.

Erst von hier an zeigt sich äusserlich ein neuer Abschnitt in der Juraformation, denn die Opalinusthone schliessen sich unmerklich an die Jurensismergel an, während mit dem Personatensandstein sich zum ersten Male in der mittleren Juraformation eine ansehnliche Sandsteinbildung einstellte. Ueber diesem lagern wieder Thone, die Ornatenthone; diese sind aber im Arbeitsgebiete nur sehr spärlich vertreten und kaum sicher festzustellen.

Die Einteilung des braunen Jura für das vorliegende Gebiet beschränkt sich auf die Opalinusthone, als Vertreter der unteren Stufe, den Personaten- oder Eisensandstein (die Zone des *Ammonites Murchisonae*) als die mittlere und die weniger als 1 m mächtige obere Stufe der Ornatenthone. Diese letzteren lassen bei ihrer geringen Mächtigkeit eine Einteilung nach einzelnen Horizonten, wie sie weiter nördlich am Hetzlasgebirge[1]) möglich war, nicht zu, um so weniger, als sie auch nirgends sich aufgeschlossen fanden.

Die genauere Kenntnis dieses Horizontes in Franken verdankt man zum grossen Teil den Aufschlüssen bei den Tunnelbauten nordöstlich von Hersbruck.[2])

Am Hetzlasgebirge liessen sich noch unterscheiden:

[1]) Baldus, Geolog. Beschreib. d. Hetzlasgebirges. Inaug. Dissert. Erlg. 1893.

[2]) Gümbel, Geol. von Bayern, pag. 794 und 851.

Von Gümbel werden diese Schichten zum oberen Dogger zusammengezogen, cf. Einteilung des Jura.

1. *Macrocephalenschichten*
2. Schichten mit *Rynchonella varians*
3. „ „ *Parkinsonia Parkinsoni*
4. „ „ *Am. Humphresianus*
5. „ „ *Am. Sauzei*
6. „ „ *Am Sowerbyi.*

Der Opalinusthon wird repräsentiert durch kalkarme, in den tieferen Schichten graugefärbte Mergelschiefer zwischen denen häufig glimmerige sandige Lagen sich befinden. Nach oben werden die Thone immer sandiger, nach aussen zerklüftet, von Rissen durchzogen und gelbgefärbt, was auf die Oxydation des Eisenoxyduls und auf verwitterte ausgeschlämmte Bestandteile des Personatensandsteins zurückzuführen ist, die sich mit dem Opalinusthon oberflächlich vermengen.

Charakteristisch ist der spärliche Graswuchs auf dem Opalinusthon, so dass selbst ganz kahle Stellen nicht selten sind; diese Hänge dienen meist nur als „Gänseanger“. Die dürftige Vegetation erklärt sich aus der Wasserundurchlässigkeit des Thonbodens, indem die ablaufenden Wässer das feste Anwurzeln der Pflanzen und Gräser verhindern.

Innerhalb des Arbeitsgebietes tritt der braune Jura ziemlich zurück. Der Dogger findet sich am „alten“ Rothenberg, am Rothenberg und am Moritzberg.

Instruktive Aufschlüsse fehlen leider, deshalb konnte eine Gliederung des ziemlich mächtigen (20 m und mehr) Opalinusthones nicht versucht werden.

Eine kleine Grube am Rothenberg zeigte Wechsellagerung von Thonschichten und glimmerigem Sand, dazwischen eingebettete Thoneisensteingeoden. Entblössungen finden sich ferner am Gebirgssattel zwischen Moritzberg und Nonnenberg.

Bei dem Opalinusthon zeigt sich die sandige Beimengung etwas stärker, der Kalkgehalt ist aber auch hier fast verschwindend, der höhere Magnesiagehalt kann teils durch Infiltration aus den Malm- und Dolomitregionen, teils durch Vorhandensein von Magnesiaglimmer gedeutet werden.

Die Analyse der Probe vom Rothenberg ergab:

$Si\ O_2$:	67,13
$Al_2\ O_3$:	14,87
$Fe_2\ O_3$:	6,48
$Ca\ O$:	0,17
$Mg\ O$:	2,01
SO_3:	0,15
$K_2\ O$:	2,95
$Na_2\ O$:	0,36
Glühverlust:	7,50
	101,62

Rationelle Analyse:

Thonsubstanz:	40,90
Quarz:	48,38
Glimmer:	10,72
	100,00

Die mikroskopische Untersuchung des Schlämmrückstandes ergab die üblichen Accessorien.

Versteinerungen sind im Opalinusthon des Arbeitsgebietes sehr selten und selbst der sonst so häufige *Harpoceras opalinum* konnte trotz eifrigen Suchens nicht gefunden werden.

Die hohe örtliche Lage der Opalinusthone in dem Arbeitsgebiet schliesst die technische Verwertung dieses sonst den liasischen Thonen gleichenden, recht wertvollen Thonmaterials aus. An anderen Orten, z. B. Neumarkt dagegen, wird der Opalinusthon mit Erfolg zu Ziegeleizwecken verarbeitet.

Der Personatensandstein ist scharf abgegrenzt gegen den Opalinusthon. Es ist ein feinkörniger Sandstein von rotbrauner bis hellgelber Farbe, nach oben wird er zumeist dunkler, zuweilen verleiht ihm kalkiges oder eisenschüssiges Bindemittel grosse Härte.

Einzelne Lagen eignen sich zu einem sehr schönen Bausandstein, so in der Neumarkter Gegend, wo wir die prächtige gothische Klosterkircheuruine Gnadenberg aus ihm erbaut finden. Gegen die obere Grenze treten mehrere Eisenerzflötze (Rotheisenoolith) auf, welche bei Hersbruck und anderen Orten abgebaut wurden und noch werden. Auch am Moritzberg

wurden früher (am NW Abhang) solche Bergbauversuche unternommen; die Eisenerzflötzchen am Moritzberg dürften vielleicht als die Ausläufer des bei Hersbruck und Hüttenbach bis zu 1 m starken Flötzzuges sein. Der Name Hüttenbach deutet wohl auch auf bergbaulichen Betrieb hin; dort stellen sich auch statt des Eisenerzes zuweilen intensio rote Thone (Röthel) ein, die weiter ostwärts (bei Pegnitz) abgebaut werden. Der im Personatensandstein manchmal so häufige *Pecten personatus* konnte im Arbeitsgebiet selbst nicht beobachtet werden, nur am angrenzenden Nonnen- und Buchenberg fand ich einige spärliche und schlecht erhaltene Exemplare in Begleitung von *Belemnites spinatus* und *Nucula Hammeri.*

Häufig können dünne Sandsteinschiefer mit Eisenrahm überzogen oder Platten mit Wülsten wahrgenommen werden.

Der Personatensandstein verwittert sehr leicht und geht in einen gebleichten, bald sehr weichen und mürben Sandstein über. Da zuerst die Entfernung des Eisens erfolgt, so ist das Auftreten hellgefärbter Sandsteine, das Gümbel[1]) erwähnt, wohl darauf zurückzuführen.

Ich konnte hellgefärbten, noch nicht verwitterten Personatensandstein nie beobachten. Die Verwitterung von solchem Sandstein ist besonders schön am Rothenberg zu sehen.

Schliesslich möchte ich noch eine Analyse von Personatensandstein[2]) anführen:

$Si\ O_2$:	92,15
$Al_2\ O_3$:	1,00
$Fe_2\ O_3$:	2,18
$Ca\ O$:	0,18
$K_2\ O$:	1,61
$Na_2\ O$:	0,57
SO_3:	0,54
$P_2\ O_5$:	0,45
$H_2\ O$:	1,12
	99,80

[1]) Erltg. z. Bl. Neumarkt, pag. 23.
[2]) Hilger-Schütze a. a. O.

Die über dem Personatensandstein lagernden Ornatenthone stellen einen Wasserhorizont dar; da sie aber bei ihrer geringen Mächtigkeit bald durchweichen, so sinkt das darüber liegende Malmgestein ein und übt auf den Personatensandstein einen Schub aus. Dieser ist aber wiederum selbst geneigt, gegen die einen zweiten Wasserhorizont bildenden Opalinusthone ebenfalls einzusinken bezw. abzurutschen. So vermehrt sich diese Schubwirkung und es entsteht dadurch ein nicht unbeträchtliches Hackenwerfen, das ich z. B. am Fuss des Nonnenberges mit Einfallsrichtungen n. W. bis zu 45—50° beobachten konnte.

In den Ornatenthonen macht sich ein zuweilen nicht unbeträchtlicher Glaukonitgehalt bemerklich, den man von da an in allen Schichten aufwärts bis in cretaceische Bildungen mehr oder minder wiederfindet.

Eine Analyse eines Ornatenthones von einem Tunnel bei Neuhaus (nordöstlich von Hersbruck) ergab nach Gümbel[1]) folgende Zahlen:

I. In verd. Hcl. gelöst:	$CaCO_3$:	11,53
	$MgCO_3$:	2,52
	$FeCO_3$:	2,24
	Fe_2O_3:	2,06
	Thon:	0,65
II. Wasser u. Organ.:		3,00
III. Glaukonit u. Sand:		2,00
IV. Rest:		75,40
		100,00

Der Rest besteht aus:

SiO_2:	54,64	Na_2O:	1,39
TiO_2:	0,10	SO_3:	Sp.
Al_2O_3:	14,30	P_2O_5:	„
Fe_2O_3:	1,20	Cl:	„
MnO:	Sp.		75,40
K_2O:	3,77		

[1]) Frankenjura, pag. 97 und 98.

Der weisse Jura oder Malm.

Dieser Horizont, der im Arbeitsgebiet nur in sehr einförmiger Ausbildung auftritt, macht einen ganz geringen Teil des Gebietes aus.

Für die speziellen Zwecke der Arbeit kommt er nicht in Betracht, da in ihm sich nur kalkiges Gestein findet, es kann deshalb von einer näheren Beschreibung Umgang genommen werden.

Die lehmige Albüberdeckung

mag des allgemeinen Interesses wegen in den Bereich der Untersuchung gezogen werden, wenn wir ihr auch nur ausserhalb des eigentlichen Gebietes begegnen.

Die Hochflächen des Jura werden von ausgedehnten sandigen und thonig-sandigen Bildungen bedeckt, die auf der Gümbel'schen geognostischen Karte von Bayern allgemein als lehmige oder sandige Albüberdeckung — die sandige auch als Amberger Schichten — bezeichnet werden.

Es ist nicht möglich, diese Schichten einer bestimmten Formation zuzuteilen, da organische Einschlüsse in ihnen fehlen. Gümbel ist zwar geneigt, die sandige Albüberdeckung dem cretaceischen System zuzuschreiben, aus Analogie mit den sehr ähnlichen sandigen Bildungen am Galgenberg bei Hüll (NO von Betzenstein), in welchen sich cretaceische Fossilien fanden: *Pecten quadricostatus, P. virgatus, Pholadomya caudata, Trigonia limbata, Ostrea haliotoidea, O. cf. vesicularis, Lima canalifera, Magas Geinitzi, Rhynchonella Cuvieri, Baculites spec.*[1])

Aus dem Vorkommen eines Brauneisensteinlagers in diesen Schichten, das dem Amberger Erzvorkommen gleicht, bestimmte Gümbel[2]) das Amberger Eisenerzvorkommen als der tiefsten Lage des obercretaceischen Systems zugehörend.

Möchte so Gümbel die sandige Albüberdeckung durch die Bezeichnung „Amberger Schichten" als cretaceisch an-

---

[1]) Gümbel, Geogn. von Bayern, Einteilung der obercretaceischen Schichten in Böhmen, Sachsen und Nordbayern, pag. 835.

[2]) Frankenjura, pag. 426.

sprechen, so teilt er andererseits die lehmige Albüberdeckung den Tertiärgebilden zu.[1])

An organischen Einschlüssen fehlt es auch hier; für tertiär spricht der Umstand, dass lehmige Lagen mit Bohnerzeinschlüssen an einigen Orten vorkommen, so z. B. auf dem Arzberg bei Hersbruck u. a. O.

Dazu möchte ich jedoch bemerken, dass ein wesentlicher Unterschied besteht zwischen diesen lehmigen braunen Kluftausfüllungen im weissen Jura, in dem sich solche Bohnerzkörner finden und den über weite Flächen ausgedehnten thonigen gelben bis weissen Lagen. Dies konnte ich besonders schön am Steinbühl, NW von Simmelsdorf-Hüttenbach, beobachten; hier liegen thonige Albüberdeckungen dicht neben sandigen und gleich dabei findet sich der braune Ablehm in einer Kluftausfüllung. Diese Ausfüllung kleiner Klüfte mit braunem Lehm will Gümbel[2]) nun als quartär bezeichnen, durch Verwitterung des Untergrundes entstanden, event. sogar durch Umlagerung tertiärer Bohnerzlagen in diluvialer Zeit.

Am Steinbühl war die thonige Bedeckung in einer Grube erschlossen, nämlich: Von oben: 3 m graugelber thoniger Sand, bald mehr grau, bald mehr gelb mit roten Adern von Brauneisenstein, Schnüren von schwarzer kohliger Substanz und rundlichen Einlagen von weissen Kaolinknollen; nach unten werden die Lagen thoniger, dann aber folgt 13 m (?? nach den Angaben des Thongräbers) Sand, dann wieder Thon.

Sehr häufig stecken zerfressene, ausgelaugte und dadurch kieselig gewordene Malmkugeln und auch Jurakieselknollen in dem Thon. Von einem solchen kieseligen Malmknollen untersuchte ich einen Dünnschliff, in welchem sich hyaline Kieselsäure als Opal erkennen liess; weder Kieselerde organischen Ursprungs noch andere organische Einschlüsse waren zu beobachten. Auch im Thon und im Kaolin konnten keinerlei für die geologische Stellung des Vorkommens bestimmende organische Reste gesehen werden, es fanden sich nur einge-

[1]) Erltg. z. Bl. Bamberg, 36—39.

[2]) Frankenjura, pag. 169.

schwemmte Malmpetrefakten z. B. *Perisphinctes polygyratus, P. compressus, P. bisulcat., Terebrat. bisuffarcinata.*

Das einzige, was für die Annahme einer tertiären Ablagerung spräche, wären die Brauneisensteinadern und vor allem die rundlichen Kaolinknollen. Am Spitzberg bei Lierheim im Ries fand ich ganz die gleichen weissen Knollen im tertiären Miocänkalk wie in der Albüberdeckung, auch die charakteristischen, feinen, rotgelben Brauneisensteinäderchen, welche die Sprünge in dem Kaolin ausfüllen, waren in ganz gleicher Weise wie in dem Kaolin aus der Albüberdeckung ausgebildet. Nur war der Kaolin vom Spitzberg fester und kieseliger als der vom Steinbühl. Vielleicht dürfte hierher auch das sogenannte Neuburger Weiss zu rechnen sein, wiewohl auch Gümbel sich nicht bestimmt für diese Gleichstellung ausspricht. Auch bei den Thonen von Monheim lässt der verdiente Forscher es zweifelhaft, ob sie dem Tertiär zuzuteilen seien? Die Thone von Monheim entbehren indessen schon äusserlich jeder Aehnlichkeit mit unserer Albüberdeckung. Es sind klotzige, gleichmässige Thonmassen vom Habitus der Braunkohlenthone, ohne Schichtung, während am Steinbühl und ebenso bei Gräfenberg eine wechselnde Lagerung von bald mehr sandigen, bald mehr thonigen Massen auftritt.

Man wird die Kaolinknollen im tertiären Kalk vom Spitzberg als die aus der Verwitterung von Malmgesteinen allmählig hervorgegangenen Endprodukte betrachten können. Aehnlich verhält es sich wohl mit dem Kaolin der lehmigen Albüberdeckung, in der wir auch noch Malmknollen eingebettet finden, die erst im Anfangsstadium der Zersetzung begriffen sind.

Wenn nun auch im tertiären Süsswasserkalk und in der Albüberdeckung sich solche Kaolinknollen gleicher Abkunft vorfinden, so ist doch kein weiterer Grund bis jetzt vorhanden, die Albüberdeckung als tertiär zu betrachten; man wird sie wohl mit Recht im Allgemeinen als eine eluviale Bildung, hervorgegangen aus der Verwitterung von Jurakalken bezeichnen können. Dieses Eluvialgebilde ist natürlich auf dem Plateau und dem Mulden des Juragebirges erhalten geblieben, während es an den Abhängen der Abschwemmung anheimfiel.

Schwierigkeiten macht es allerdings, die grosse Menge von sandigen Massen zu erklären, denn an ein Emporreichen diluvialer Fluten bis auf die Höhe des Frankenjura ist nicht gut zu denken. Dagegen ist eine Bildung grösserer Wasserbecken auf dem Juraplateau selbst nicht unmöglich. Es ist recht wohl anzunehmen, dass die bei Betzenstein und weiter nach NO sich findenden deutlich cretaceischen Sandbildungen sich noch in grösserer Ausdehnung, wenn auch nur als ganz seichte Ablagerungen, über den Frankenjura erstreckt haben. Von solchen Absätzen, die sehr locker waren, wie alle diese obercretaceischen Sande, ist eine Wegführung des Materials leicht möglich. Von dorther mag die Hauptmenge des sandigen Materials herbeigeführt worden sein, das thonige aus dem Malmgestein herrühren. Wurde der Thon mit dem Sand vermengt, so bildete sich die lehmige Albüberdeckung, die Malmknollen, die mittransportiert wurden und erst später verwitterten, bilden die in situ liegenden Kaolinknollen.[1]) Mit der genannten Möglichkeit der Herkunft der lehmigen Albüberdeckung lässt sich deren wechselnder petrographischer Charakter recht gut in Einklang bringen, indem bei der Art des flachen Transportes weder eine innige Mengung von Thon und Sand, noch bei der seichten Flutbewegung eine Separation der beiden Gemengteile stattfand.

Ein Bild von dem Verwitterungsvorgang des Malmgesteines liefern die schon erwähnten Arbeiten von Hilger-Schütze und anderen Autoren. Innerhalb 17 Jahren ergab der 1875 der Verwitterung ausgesetzte Jurakalk:

$Si\ O_2$:	2,51	14,44
$Al_2\ O_3$:	0,25	3,29
$Fe_2\ O_3$:	0,34	1,25
$Ca\ CO_3$:	90,63	72,20
$Mg\ CO_3$:	2,95	—
$Ca\ O$:	0,52	—

[1]) Dass trotz der Entstehung aus Kalkgestein sich nahezu kein Kalk in dem Lehm und Kaolin findet, darf nicht mehr verwundern als der Umstand dass auch die liasischen Thone sehr kalkarm zum grossen Teil sind, obwohl in ihrer nächsten Nähe Kalke liegen.

Mg 0:	—	2,25
K_2 0:	0,30	0,77
Na_2 0:	0,56	0,54
P_2 0_5:	0,40	0,26
SO_3:	0,94	0,78
H_2 0:	1,08	2,45
Organ.:	—	3,03
	100,48	101,56

Jurakalk 1875 Feinerde 1892.

Es ist in der Feinerde ein bedeutendes Anwachsen der Thonerde und Kieselsäure, sowie des Wassergehaltes und der organischen Substanzen gegenüber einer bedeutenden Abnahme von Ca CO_3 zu konstatieren. Dabei ist nun für die Entstehung der lehmigen Albüberdeckung noch zu berücksichtigen, dass man es bei dem verwitternden Malmgestein mit einer ehedem sehr beträchtlichen Mächtigkeit zu thun hat. Pfaff[1]) gibt an unlöslichen Bestandteilen des Solenhofener Kalkes an: 2,25 %, die eine Zusammensetzung besassen von:

Si 0_2:	56,24	Mg 0:	1,94
Al_2 0_3:	18,70	Alkal.:	3,43
Fe_2 0_3:	10,09	Glühverlust:	9,60
			100,00

Ferner ergaben sich als Durchschnittszahlen für die Rückstände von Dolomiten und Kalken der fränk. Schweiz:

für Dolomite: 1,06—1,33
„ Kalke: 2,61—4,86.

Die Zusammensetzung der Rückstände war ähnlich der oben zitierten Analyse.

Dieser starke Eisenoxydgehalt der Rückstände, die als Thon zu betrachten sind, steht nun allerdings im Widerspruch mit dem eisenarmen Thon der Albüberdeckung, der Rückstand würde vielmehr dem Lehm, der meist die Klüfte des Jurakalkes ausfüllt, sehr ähnlich sein. Immer ist es aber nicht unmöglich, dass der aus dem Malmgestein entstandene Thon bei

[1]) Ueber die unlöslichen Bestandteile der Kalke und Dolomite. Inaug. Dissert. Erlg. 1878.

seinem Transport über das Juraplateau eine Eisenentziehung erlitten haben mag, während der braune Kluftenlehm ein wesentlich jüngeres (recentes) Zersetzungsprodukt vorstellt.

Die Analyse einer Probe der lehmigen Albüberdeckung (es wurde ein stark thonhaltiges Stück gewählt) und des darin eingebetteten Kaolinknollens ergab:

	I.	II.
	sog. Lehm der Alb:	Kaolinknollen:
$Si\ O_2$:	61,96	52,13
$Al_2\ O_3$:	26,05	30,83
$Fe_2\ O_3$:	1,54	0,79
$Ca\ O$:	Sp.	Sp.
$Mg\ O$:	„	0,75
$K_2\ O$:	0,54	0,62
$Na_2\ O$:	0,13	—
Glühverl.:	10,02	15,67
	100,24	100,79

Die rationelle Analyse ergab:

	I.	II.
Thonsubstanz:	65,89	67,20
Quarz:	32,03	32,80
Glimmer:	2,08	—

Der Kaolin zeigt beauxitische Beimengung, denn in kalter 30 % HCl. gingen nach längerem Digeriren in Lösung:

2,09 % $Al_2\ O_3$
0,79 % $Fe_2\ O_3$
0,79 % $Si\ O_2$

also wesentlich weniger Kieselsäure als der Thonerde entspricht.

Der Thon wie der Kaolin sind nicht so plastisch als man nach ihrer Zusammensetzung vermuten sollte, was ja bei Kaolinen häufig der Fall ist.

Der Thon wird für eine Nürnberger Thonwarenfabrik gegraben, er brennt sich gelblich-weiss und zwar am hellsten von allen im Arbeitsgebiet vorkommenden Thonen, störend jedoch sind bei der Verarbeitung gröbere Sandkörner, wie

auch die unzersetzten Malmrollstücke. Erhöhten Wert gewinnt der Thon erst durch Schlämmung, dann wird er ein recht schätzenswertes Material. Die schwankende Zusammensetzung des Thones durch die häufige Einschaltung vorherrschend sandigen Lagen erschweren jedoch einen gewinnbringenden Abbau.

Dem Vorkommen am Steinbühl ist ähnlich das von Gräfenberg, wo aber leider nur ein ganz seichter Aufschluss vorhanden ist.

Die Feuerfestigkeitsbestimmung des Thones vom Steinbühl ergab als Schmelzpunkt den Segerkegel 33, sogar etwas über K. 33.

Es ist dies demnach der am höchsten stehende Thon in der Umgegend von Nürnberg.

Diluviale Lehme.

Ueber die diluvialen Ablagerungen kann an dieser Stelle wenig gebracht werden, so interessant auch eine genauere Studie über das Diluvium der Umgegend von Nürnberg wäre. Für die vorliegende Bearbeitung kommen nur die diluvialen Lehmabsätze und der Löss in Betracht. Diluvialer Lehm findet sich im Arbeitsgebiet bei Kraftshof in ausgedehnter Weise, ferner bei Heroldsberg, bei Eschenau, bei Untersdorf (westlich von Schnaittach), längs der Strasse Schnaittach-Simmelsdorf und auf der Steinplatte östlich von Nürnberg.

Die Lehmbildungen bei Heroldsberg sind zum Teil als Eluvialbildungen aus dem Costatenmergel zu betrachten, zum Teil als Löss, an der Strasse von Heroldsberg nach Eschenau, bei der Ziegelei Johannisthal in typischer Ausbildung anzusehen.

Die Lehmlagen an der Strasse nach Simmelsdorf sind Gehängelehm bezw. Eluviallehm aus dem Opalinusthon, wie der Aufschluss an einer kleinen Ziegelhütte am Dorfe Au erkennen lässt. Der Opalinusthon liegt hier unter einer Diluviallehmschicht von 2—3 m Mächtigkeit.

Auf der Steinplatte[1]) bei Nürnberg, die übersäet ist mit Geröllstücken aus dem Jura findet sich ein Aufschluss, der folgende Lagerungsverhältnisse zeigt:

Profil XXIII.

Oben: Ackererde	0,50 m
hellbrauner Sand mit Geröll	0,50 „
rotbrauner thoniger Sand, wechselnd, bald thonig, bald sandig, mit wellenförmigen, graugrünen Lettenstreifchen, dazwischen rote sandige Lehmpartieen:	1,70 „
Zu unterst: graugrüner Lehm mit Quarzkörnern gespickt:	1,0 „ und mehr.

Die Analyse des Diluviallehmes von der Steinplatte ergab:

$Si\ O_2$:	65,49
$Al_2\ O_3$:	22,53
$Ca\ O$:	0,25
$Mg\ O$:	0,43
$K_2\ O$:	2,59
$Na_2\ O$:	0,93
SO_3:	0,17
$Fe_2\ O_3$:	2,77
Glühverlust:	6,24
	101,40

Die rationelle Analyse ergab:

Thonsubstanz:	51,72
Quarz: / Glimmer:	48,28
	100,00

Die Schlämmanalyse lieferte an accesorischen Mineralien: Zirkon, Rutil, Kaliglimmer, Granat.

[1]) Gümbels Karte gibt an der Steinplatte anstehenden Blasensandstein, doch lässt die diluviale Natur der Bedeckung auf der Steinplatte wohl keinen Zweifel über ihr quartäres Alter.

387

Die Analyse des Diluvialthones von Au bei Simmelsdorf (I), der ich zum Vergleich die eines Opalinusthones (II) beifüge, ergab:

	I.	II.
$Si\ O_2$:	67,72	67,13
$Al_2\ O_3$:	15,44	14,87
$Ca\ O$:	Sp.	0,17
$Mg\ O$:	„	2,01
$Fe_2\ O_3$:	6,85	6,48
$K_2\ O$:	2,74	2,95
$Na_2\ O$:	0,18	0,36
Glühverl.:	7,02	7,50
		0,15 SO_3
	99,95	101,62

Die Analyse des Diluviallehmes zeigt also grosse Aehnliehkeit mit dem Opalinusthon des benachbarten Rothenberges.

Löss findet sich öfters im Untersuchungsterrain:

Die Lössvorkommen der Erlanger Gegend sind bei Blanckenhorn[1]) eingehend beschrieben. Bei Spardorf und an der Strasse von Marloffstein nach Spardorf findet sieh typiseher Löss; bezüglich der daselbst zu beobachtenden Profile verweise ich auf die citirte Abhandlung.[2])

Es finden sich die Kalkeoncretionen (Lösskindel), die charakteristischen Lössconchylien *Helix pulchella* Müll. und *Pupa muscorum* Linn. sp., und *Succinea oblonga Sandb.*

Die chemische Analyse ergab, dass der Löss nahezu vollständig entkalkt ist, also als „Leimen" zu bezeichnen wäre.

Es zeigt sich bei dem Vergleich der Analyse mit denen aus anderer Gegend, dass der Löss von Spardorf eine grosse Aehnlichkeit mit dem Löss aus dem Ries[3]) zeigt, sowie mit dem von Gümbel[4]) als Löss betrachteten Leimen der Umgegend von München.

[1]) Das Diluvium der Umgegend von Erlangen, Sitzber. d. phys. med. Soc. Erlg. 11. Juni 1895

[2]) a. a. O. p. 24 u. ff.

[3]) cf. Gümbel, Frankenjura, pag. 165

[4]) Geogn. Jahreshefte 1894. p. 88.

Der Mainlöss zeigt sich nach den Analysen meist wenig entkalkt, doch findet sich auch bei Heroldsberg Löss, der nach Blanckenhorn[1]) einen Kalkgehalt von 22½ % hat.

	Löss von Spardorf	Löss von München („Leimen“)
$Si\ 0_2$:	67,60	69,29
$Al_2\ 0_3$:	13,90	15,06
$Fe_2\ 0_3$:	4,00	5,06
$Ca\ 0$:	1,50	0,64
$Mg\ 0$:	0,83	1,01
$S0_3$:	0,54	—
$K_2\ 0$:	3,43	2,09
$Na_2\ 0$:	0,44	1,93
Glühverl.:	6,55	4,78
$Mn\ 0$:	Sp.	Sp.
	98,79	99,86

Die rationelle Analyse ergab für den Löss von Spardorf:

Thonsubstanz:	39,18
Quarz:	48,62
Glimmer und andere Silikate:	12,20
	100,00

Der Löss ist seiner Kalkconcretionen wegen kein angenehm zu verarbeitendes Ziegelmaterial, da die gebrannten Kalkstücke beim Feuchtwerden sich unter Volumvergrösserung ablöschen und die Mauersteine auseinandersprengen. Bei sorgfältiger Aufbereitung jedoch ist der entkalkte Löss ein vorzügliches Material für Klinker, wie die daraus in und um München hergestellten sogenannten Grosshesseloher Klinker bestätigen.

An Accessorien fand ich: Zirkon, Kaliglimmer, Rutil, Granat, Magnetit, Brauneisensteinknöllchen. Der Quarz ist in scharfkantigen Stücken vorhanden, die sich aus dem aeolischen Ursprung des Löss erklären lassen. Thürach[2]) fand

[1]) p. 34 a. a. O.

[2]) Ueber das Vorkommen mikroskop. Zirkone u. Titanmineralien in den Gesteinen. Inaug.-Dissert. Würzburg 1884.

im Löss ausser Glimmerblättchen: Feldspath, Hornblende, Augit, Zirkon, Turmalin, Anatas, Brookit, Staurolith, Granat, Apatit, Rutil und Magneteisen.

Ferner findet sich Löss an der Strasse von Heroldsberg nach Eschenau in der Ziegelgrube Johannisthal, deren Profil Blanckenhorn[1]) gleichfalls angiebt; die Entkalkung ist sehr unregelmässig vor sich gegangen, so dass sich entkalkter Leimen unmittelbar neben stark kalkhaltigem Löss vorfindet.

Die Schmelzbarkeitsbestimmung des Löss ergab, dass der Löss zw. K. 12 und K. 13 zu einer schwarzbraunen Schlacke schmilzt. Vor dem Schmelzen findet ein Aufblähen statt, was wohl dadurch zu erklären ist, dass erst bei der Silikatbildung der Basen mit der Kieselsäure die vorhandene schweflige Säure entweicht.

[1]) a. a. O. p. 34.

2. Die Lagerungsverhältnisse.

Weit nach Westen erstrecken sich Ausläufer des Jurazuges, die heute nur noch spurenweise als solche festgestellt werden können oder es finden sich westlich des Juramassives gelegene Jurainseln, die heute durch weitere Entfernung vom Hauptzug getrennt sind.

Bei der im Allgemeinen herrschenden Neigung der Schichten nach Osten ergibt sich natürlich, dass die einzelnen Horizonte um so höher liegen, je weiter westlich man kommt. Oestlich von Bamberg am Gebirgsrand beträgt die Grenze zwischen Keuper und Lias etwa 275 m, westlich von Bamberg steigt sie am Centberg schon auf ca. 385 m, am Lustberg auf 425 m, am Thonberg 450 m und in den Hassbergen[1]) sogar auf 510 m. Auf den östlichen parallel streichenden Höhenzügen beobachtet man — ebenfalls nach NW gehend — ein Ansteigen, von 280 m auf 350 m (am Vordergereuthberg bei Baunach), dann auf 400 m bei Lichtenstein und 400 m bei Altenstein (westlich Sesslach, bei Hafenpreppach).

Etwas weniger bedeutend ist das Ansteigen in dem nächsten östlichen Parallelzug, nämlich von 270 m bei Ebenfeld bis auf 380 m bei Witzmannsberg. Aus diesen Höhenunterschieden ergiebt sich ein Einfallen nach SO, wie dies auch Gümbel ausspricht. Damit war ein Absinken in der Weise verbunden, dass die dem Hauptzug des Juragebirges näher gelegenen Teile von der höchsten Lage, welche als die ursprüngliche betrachtet werden muss, an durchziehenden Verwerfungslinien staffelförmig abgesunken sind.

Allerdings sind, wie Gümbel bemerkt, Bruchlinien von SW nach NO noch nicht deutlich beobachtet worden, an welchen eine treppenförmige Senkung der Schichten in SO Richtung leichter verständlich wäre. Doch mag es sein, dass solche Bruchlinien vorhanden sind, die zwar ihrer Unbedeutendheit wegen nicht beobachtet worden sind, deren sum-

[1]) cf. Thürach, Geogn. Jahreshefte 1889.

marische Wirkung aber doch solche Senkungen verursachen konnte. Leichter erklärlich erscheint mir die Thatsache der tektonischen Verschiebungen zu sein, wenn man statt grösserer Brüche eine allmählige, gleichmässige Einsenkung des ganzen Jurazuges von den Rändern im NW bezw. SO nach der Mitte zu annimmt, während die einzelnen Lokalverwerfungen wie am Hezlasberg und anderen Orten und der Abbruch grösserer Gebiete, wie der Kalchreuth-Eschenauer Insel durch die Bruchlinien nach SO bezw. NO (in der Richtung der schwäbischen Alb) bewirkt wurden.

Eine solche muldenförmige Senkung scheint thatsächlich vorhanden zu sein: denn während, wie schon erwähnt im äussersten NW die Grenzschichten zwischen Keuper und Jura in 510 m Höhe liegen, bei Bamberg in 275 m, betragen sie bei Reuth unweit Forchheim schon 330 m, bei Bammersdorf (hier zieht eine Verwerfungslinie durch) 315, bei Pinzberg steigen sie auf 338 m, dieselbe Höhe besitzen sie bei Marloffstein. In der weiteren Richtung nach SO finden wir sie bei Grossbellhofen zu 362 m, bei Schnaittach zu 360, südlich davon bei Wolfshöhe zu 359 m, noch weiter südlich steigen sie dann rasch an zu 390 m bei Heuchling (am Heuchlinger Berg), während sie westlich von Schnaittach, im Kalchreuth-Eschenauer Höhenzug erst bei 391 und 392 m angetroffen werden.

Gehen wir jedoch auf der vorhin eingeschlagenen Richtung nach Südosten, so beobachten wir die Grenzschichten schon am Moritzberg (bei Rockenbrunn) in der Höhe von 400 m, bei Winkelhaid (westlich von Altdorf) bei 425 m, bei Unterferrieden (in der Nähe von Neumarkt) bei 450 m, welche Höhe nun bis gegen die Abbiegung des Jura nach Südwesten beibehalten wird.

Das ergäbe also ein Einsinken nach der Mitte zu von NW und SO aus um ca. 180 m, wobei das Maximum der Senkung sich ungefähr bei Bamberg (hier betragen die Grenzschichten nur 275 m) befinden würde.

Soviel über die allgemeinen unser Gebiet betreffenden Lagerungsverhältnisse.

Was nun die sich zeigenden einzelnen Lagerungsstörungen betrifft, so finden sich allerdings keine grösseren Verwerfungslinien und man ist genötigt, überhaupt wahrnehmbare Lagerungsstörungen durch die Möglichkeit kleinerer Brüche zu erklären.

Gümbel erwähnt[1]) kurz, dass von Forth über Lappersdorf-Schnaittach-Henfenfeld-Engelthal eine Verwerfungslinie sich ziehe. Diese Linie würde bei Schnaittach ein Knie bilden und dann nach Süden verlaufen, was häufig, ebenso wie eine Gabelung an den Verwerfungslinien des Jura der Fall ist.[2])

Mit dieser Verwerfungslinie zusammenhängende Dislokationen konnte ich gleichfalls konstatieren und zwar in der Nähe von Schnaittach. Schnaittach liegt 356 m und NN, ein Aufschluss westlich des Teiches im Ort liegt nach meinen barometrischen Messungen 360 m mit dem obersten Niveau der Rhätletten (Grenzschichte). Steigt man zu dem Calvarienberg an, so gelangt man über hochreichende Diluvialsande (Gümbels Karte gibt Lias 2 an) zu der Höhe von 390 m. In einem minimalen Aufschluss an einem Graben erkannte ich die grauen Thone des Lias 2 (= δ).

Steigt man nach Norden bergab, so gelangt man bei 377 m an ein kleines Erosionsthal; nach abermaligem Ansteigen folgt bei 389 m Opalinusthon (nach der Gümbel'schen Karte).

Um sicher zu sein, dass thatsächlich Opalinusthon vorliegt und um allenfalls die Mächtigkeit der Schichten feststellen zu können, musste ich, da Aufschlüsse, wie auch Leitfossilien fehlten, mich begnügen, einerseits die untere Grenze durch Aufsuchen von Lesestücken aus dem Lias 3 und andererseits durch Feststellen des leicht kenntlichen Personatensandsteins die obere Grenze für den Opalinusthon zu finden.

Bei 377 m fand ich denn auch an einer Stelle nördlich des Calvarienberges und westlich von Hedersdorf schlecht

---

[1]) Erltg. z. Bl. Bamberg d. geol. K.

[2]) cf. p. 610, Frankenjura.

erhaltene Abdrücke von *Pseudomonotis substriata* und von *Ammonites communis.*

Die obere Grenze des Opalinusthones konnte ich noch weiter nördlich am alten Rotenberg bei Lochhofen (391 m) zu 412 m und an der südlichen Bergseite zu 409 m konstatieren. Zwischen dieser Stelle und der Höhe von 389 m mit Opalinusthon liegen ein ganz kleines schmales Erosionsthälchen und ein etwas breiteres und tieferes bei Lochhof, in welchen vielleicht Bruchlinien dieses Verwerfungszuges laufen dürften.

Bei der Station Hedersdorf findet sich ein Aufschluss im Lias 2, Thone des Lias δ, bei 354 m. Es liegt also hier der Lias δ niedriger wie die Rhätthone bei Schnaittach, so dass sich noch eine weitere Absenkung gegenüber dem Calvarienberg mit 399 m ergiebt.

Verbindet man die Punkte: Aufschluss im Amaltheenthon Hedersdorf 354 m, Höhepunkt des Rückens zwischen Calvarienberg und alter Rottenberg (Opalinusthon 389 m), Lias 3 (Stinkkalke) 377 m, Grenze zwischen Opalinusthon und Personatensandstein 409 m bei Lochhof, so erhielte man Schichtenniveaus, die sich ziemlich entsprechen.

Andererseits zeigen die Niveaus der Keupergrenze bei Schnaittach mit 360 m, die des Amaltheenthones am Calvarienberg mit 399 m, und die Keupergrenze bei Grossbellhofen mit 362 m, sowie die untere Grenze der Amaltheenthone bei Grossbellhofen mit 368 m eine gewisse Einheitlichkeit.

Dies ergäbe eine stärker abgesunkene Gebirgspartie — Hedersdorf-Lochhof-Alter Rottenberg — und eine wenig dislokierte: Schnaittach-Calvarienberg-Grossbellhofen-Südfuss des alten Rottenberges. Zwischen beiden würden die eigentlichen Verwerfungsspalten zu suchen sein. Da diese Spalten sehr häufig von den Bächen und Flussläufen verfolgt werden, so kann man vielleicht auch hier in dem Thal Hedersdorf-Lochhof-Alter Rottenberg den Verlauf einer Verwerfungsspalte annehmen, um so mehr, als dieses Thälchen, das sich bei Lochhof schliesst, als ein, wenn auch kleiner Einschnitt den alten Rottenberg fast ganz von SO nach NW durchzieht

und dann nach einer kurzen Unterbrechung in einen anderen zunächst in gleicher Richtung sich fortsetzenden Bacheinschnitt übergeht.

Es lässt sich bei dem Mangel an Aufschlüssen natürlich die Richtungslinie der Verwerfungsspalte nur vermuten.

Man wird wohl annehmen können, dass eine ganze Reihe paralleler Bruchlinien nördlich von Schnaittach in NW—SO Richtung sich erstreckt. So findet sich am Föhrenanger westlich von Simmelsdorf ein Fallen des Personatensandsteins zu N 30 W, 24° O, während in der Nähe dagegen ein Einfallen von N 75 O, 6° W beobachtet wurde. Auch liegt bei Au unweit Simmelsdorf der Opalinusthon unter Eluviallehm bei 366 m, also noch tiefer als zwischen Grossbellhofen und Hedersdorf. Man wird vielleicht die Verwerfungslinie im Schnaittachbachthal auch noch weiter nördlich bis Simmelsdorf sich erstreckend vorstellen können. Auch in dem in paralleler Richtung zum Schnaittachbach fliessenden Röttenbach scheint eine Verwerfungslinie zu laufen, denn während bei Grossbellhofen (am linken Ufer des Baches) die Grenzschichte zwischen Keuper und Lias eine Höhe von 362 m besitzt, beobachtet man in dem rechts des Baches gelegenen Eichelberger Holz, das von Rhätsandstein gebildet wird, Höhen von 380 m und mehr, und bei Simonshofen erreichen die Rhätthone, nahezu 390 m, eine Höhe, die auf dem ganzen linken Bachgebiete sich annähernd wieder findet. (Dehnberg, Höfles (391), Kühnhof, am St. Kunigundenberg (nördlicher Lauf), Heuchlinger Berg 390—395 m.) Andererseits ist aber auch das östliche Ufergebiet ziemlich konstant in der Höhe, nämlich 360—365 m (bei Grossbellhofen, Wolfshöhe, Schnaittach). Westlich von Simonshofen dagegen sind die Höhen von ca. 380—390 m wieder zu beobachten und finden sich schliesslich noch bei Kalchreuth.

Diese westlich des Röttenbaches gelegenen Partien gehören aber zusammen der Liasinsel Kalchreuth-Eschenau an, während die östlich gelegenen dem eigentlichen Juramassiv angehören und in ihrer geringen Ausdehnung dem Hauptgebirge gewissermassen nur angelagert sind.

Es findet also durch den Röttenbach eine Trennung der westlichen Liasinsel von dem Hauptmassiv statt, wobei Höhendifferenzen von ca. 30 m zu konstatiren sind, während im Schnaittachbachthal keine nennenswerten Differenzen wahrgenommen werden konnten.

Auch Diluvialgebilde sehen wir im Röttenbachthal in grosser Ausdehnung, während dies im Schnaittachbachthal nicht oder nur weniger der Fall ist. Alles dies zusammen möchte mich veranlassen die Hauptlinie der Verwerfung Forth-Henfenfeld-Engelthal in dem Röttenbachthal zu suchen, so dass der Verlauf derselben durch die Orte: Forth-Lappersdorf-Grossbellhofen - Röttenbachthal - Neunkirchen - Reichenschwand-Henfenfeld-Engelthal bestimmt wird. Die Linie im Schnaittachbachthal wäre dann eine kleinere Parallelverwerfung und die von W nach O streichenden kleineren Parallelbrüche wären Verzweigungen von dem Hauptbruch.

Die Annahme eines solchen Verlaufs der Hauptlinie hätte das für sich, dass dadurch die Loslösung der Kalchreuth-Eschenauer Insel, die ziemlich gleiche Höhenniveaus zeigt, von dem Hauptmassiv auf der Ostseite gut sich erklären würde. Die Loslösung auf der Nordseite wäre durch eine Verwerfungslinie im Schwabachthal zu erklären, deren Vorhandensein auch Baldus[1]) ziemlich wahrscheinlich gemacht hat.

Es ist wohl möglich, dass hier ein staffelförmiger Abbruch durch die Wirkung zweier sich kreuzender Verwerfungen bewirkt wurde. Durch Erosion und Abrasion wurden die scharfen Brüche ausgeglichen, so dass jetzt mehr ein muldenförmiger Charakter der Absenkung sich ergiebt.

Auf der Linie Forth-Neunkirchen a. S. finden sich die Niveauverschiebungen von ca. 30 m rechts und links sehr nahe beisammen, während zwischen dem Kalchreuth-Eschenauer Höhenzug und dem nördlichen Juramassiv die Höhenunterschiede allmähliger ansteigen, derart dass von der Rückenhöhe der Liasinsel nach N und NNO (gegen die Schwabach zu) die Höhen abnehmen, so findet sich z. B. bei Eckenhaid ein Einfallen von 20° NO, Streichen nach N 30 W.

[1]) Geognost. Beschreibung des Hetzlasgebirges, pag. 5—8.

Zwischen der Rathsberger Liasinsel und der von Kalchreuth-Eschenau besteht eine Niveaudifferenz zwischen der oberen Keupergrenze von ca. 50 m (340 m bei Marloffstein, 390 m bei Kalchreuth).

Auch die südlich der Pegnitz gelegenen Gebirgsteile scheinen etwas abgesunken zu sein, doch steigen hier die Höhen der geologischen Horizonte rasch wieder an. Zwischen Reichenschwand und Ottensoos scheint die Verwerfungslinie bei ihrem Laufe durch das Hammerbachthal (wo sie von Gümbel wieder deutlich erkannt wurde) zu streichen. Bei Reichenschwand findet man bei 346 m Amaltheenthon, während Ottensoos mit 342 m noch im Zanclodonletten gelegen ist.

Ich möchte an dieser Stelle auf einige Beobachtungen hinweisen, die ich in Verbindung mit tektonischen Störungen bringen möchte.

In der im Walde gelegenen Thongrube bei Wolfshöhe fand ich eine scharf eingeschnittene Spalte im Rhätsandstein, die eine Streichrichtung von N nach S besass. Auf der einen Seite war ein Einfallen des Rhätsandsteins von ca. 10° O wahrzunehmen, doch konnte eine genaue Messung der unebenen Gesteinsbeschaffenheit wegen nicht ermöglicht werden.

In einer Grossbellhofener Grube fand ich auf der einen Seite über 4 m mächtige Letteuschiefer des Rhät, darüber Arietensandstein in verwitterter Form. Daneben befand sich am Boden der Grube ein gelblicher Sandstein, der sich rasch auskeilen und unter welchem sich (nach Angabe des Besitzers) wieder Thon finden soll. Es zeigte sich bei näherer Untersuchung, dass man es hier mit Arietensandstein zu thun hatte und ich möchte diese Eigentümlichkeit damit erklären, dass hier ein lokales Einsinken einer Scholle vorliegt, um so mehr, als der Rhätsandstein von hier an weiter südlich gegen Wolfshöhe auf gleichem und höherem Niveau mit den Rhätthonen liegt und also etwas gehoben erscheint. Das Einfallen war etwas mehr als ca. 10° N.

Es herrschte zwischen der obersten Höhe der Thone und dem Arietensandstein eine Differenz von ca. 2 m.

Auch sonst zeigten sich auf den Grossbellhofener Thon-

feldern Unregelmässigkeiten, indem höher liegende Stellen ohne Jurabedeckung sich finden, während tiefer liegende eine solche von ca. 1—2 m aufweisen. Siehe Fig. 8, Taf. II.

Was nun schliesslich den Zusammenhang dieser das Arbeitsgebiet durchkreuzenden Dislokationslinie mit anderen Bruchlinien anlangt, so wird man diese wohl als Fortsetzung der Verwerfung Zentbechhofen - Walperle (Forchheim) ansehen können. Baldus[1]) konnte eine Verwerfung an der Ostseite des Hetzlasgebirges mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit konstatieren, indem die Verwerfung am Walperle sich durch das Ehrenbachthal über die sogen. Waldlucke bei Schlichtreut sich fortsetzend, in das Schwabachthal eintretend die südliche Verwerfung bei Forth erreichen würde. Daran würde sich dann weiter die Verwerfung Forth-Engelthal anschliessen, die, sich gabelnd, den beiden Wasserläufen des Röttenbachs und Schnaittachthalbachs folgen würde, wobei die beiden Linien von N nach S durch verschiedene kleinere Brüche von W nach O mit einander korrespondiren würden.

[1]) a. a. O. p. 7—8.

II. Mineralogisch-chemischer Teil.

Ueber den Einfluss der Bestandteile des Thones auf die Schmelzbarkeit.

Bei dem im oberen Keuper so verbreiteten Vorkommen feuerfester Thone möchte ich wenigstens in Kürze auf die wichtigsten Beziehungen hinweisen, die zwischen der chemischen Zusammensetzung und der Schmelzbarkeit von Silikaten, speciell von Thonen, bestehen.

Dabei sehe ich mich veranlasst, die Ausführung von Schmelzversuchen bzw. Feuerfestigkeitsproben etwas ausführlicher zu behandeln, als es dem Rahmen der vorliegenden Arbeit entsprechen dürfte.

Indessen ist diese Prüfungsmethode in der Mineralogie noch sehr wenig bekannt und verdiente — vielleicht mit Erfolg — speziell in den Bereich der Experimental-Geologie hereingezogen zu werden.

Die Arbeiten von Bischof[1]) und Richters[2]) haben zuerst festgestellt, welchen Einfluss die einzelnen Bestandteile der Thone auf die Schmelzbarkeit derselben ausüben. Insbesondere Richters Arbeit hat sich im weiteren Verlauf der Forschung über dieses Thema stets aufs neue bestätigt.

Richters fand, dass aequivalente Mengen der als Flussmittel auftretenden Basen auf die Schmelzbarkeit der Thone einen gleichen Einfluss ausüben und zwar sind, in Aequivalentzahlen ausgedrückt, gleichwirkend 20 Teile MgO, 28 T. CaO, 40 Fe_2O_3, 47 K_2O. Die Schmelzbarkeit nimmt zu, wenn soviel überschüssige, also nicht gebundene Kieselsäure vorhanden ist, dass sich Silikate mit den Basen bilden können.

Ueber die zur Silikatbildung nötige Kieselsäuremenge hinausgehend, steigert die Kieselsäure die Strengflüssigkeit wiederum.

[1]) In Dingler's Journal 170, 43; 196, 438.

[2]) Dingler's Journal 191, 59.

Wird dagegen zu einem reinen Thon, der fast ganz aus der Thonsubstanz $Al_2 O_3$, 2 $Si O_2$, 2 $H_2 O$ besteht, Kieselsäure gefügt (cf. Seger's Kegel), so wird bei der sehr hohen Temperatur, die zum Schmelzen nötig ist, Kieselsäure als Flussmittel wirken, und um so intensiver, je feiner sie verteilt ist. Während im Allgemeinen ein steigender Thonerdegehalt eine Erhöhung der Strengflüssigkeit verursacht, werden andererseits kieselsäurereiche Substanzen durch Gegenwart von Thonerde wesentlich leichter schmelzbar gemacht. Magnesiumsilikat, z. B. Speckstein ist ein ziemlich feuerfester Körper, ein Zusatz aber von Thon setzt seine Schmelzbarkeit bedeutend herab, wie mir verschiedene Versuche bewiesen, indem sich leichter schmelzende Doppel-Silikate bilden.[1])

Von grosser Bedeutung dürfte hier wohl die Polybasicität sein, deren Wirkung am Schmelzen der Hochofenschlacke zu beobachten ist, dergestalt, dass eine Summe von Basen kräftiger wirkt als eine einzige, Verhältnisse, die an die Metallegierungen erinnern.[2])

Bischof konstruirt aus dem Ergebnis der Gesamtanalyse einen Feuerfestigkeitsquotienten, indem er zunächst das Verhältnis von Thonerde zur Kieselsäure ermittelt; zu diesem Verhältnis ($Al_2 O_3$: x $Si O_2$) setzt er die Flussmittel in Beziehung und zwar so, dass er die Flussmittel als Einheit annimmt. Es würde z. B. im Kaolin von Zettlitz, der die Zusammensetzung hat:

$Si O_2$:	46,82	
$Al_2 O_3$:	38,49	auf 1 Flussmittel ($K_2 O + Fe_2 O_3$) = RO
$Fe_2 O_3$:	1,09	kommen: 12,82 $Al_2 O_3$
$Mg O$:	Sp.	17,30 $Si O_2$,
$K_2 O$:	1,40	also auf 1 $Al_2 O_3$: 1,35 $Si O_2$.
$H_2 O$:	12,86	

[1]) So wurde der Schmelzpunkt von Speckstein, der bei K. 28 noch nicht geschmolzen war, durch Zusatz von 10% Thon auf Kegel 12—13 herabgedrückt, einer Temperaturdifferenz annähernd von ca. 300° C.! —

[2]) Richters (die Feuerbeständigkeit der Thone, 1897 2. Aufl. pg. 11 u. ff.) ist allerdings auf Grund seiner Versuche nicht zu dieser Ansicht gelangt.

Diese Beziehungen fasst nun Bischof zusammen, indem er die pyrometrische Formel des Kaolins schreibt:

$$12{,}82\ (Al_2\ 0_3 \cdot 1{,}35\ Si\ 0_2) + 1\ R0.$$

Nun dividirt er das Kieselsäureverhältnis (1,35) in das Thonerdesilikatverhältnis (12,82): $\frac{12{,}82}{1{,}35} = 9{,}49$, welcher Quotient von Bischof als „Feuerfestigkeitsquotient" (F. Q.) bezeichnet wird. Je grösser nun der Quotient sich berechnet, desto höher ist der Feuerfestigkeitsgrad des zu prüfenden Thones. — Modifikationen, die Bischof für niedriger schmelzende Thone und solche, die Seger für die Berechnung des Feuerfestigkeitsquotienten eingeführt hat, sollen hier nicht weiter erörtert werden, vergl. hierüber die neben zitierten Quellen. —

Diese Berechnungen würden brauchbare Resultate aber nur dann liefern, wenn es sich um eine homogene Masse handeln würde, wenn alle Bestandteile gleichmässig und gänzlich in Reaktion treten würden, was bei einem natürlichen Rohmaterial nie der Fall ist.

Nach Seger's[1]) Versuchen kann einem aus der Analyse berechneten Feuerfestigkeitsquotienten nur untergeordnete Bedeutung zugeschrieben werden. Den wirklichen Verhältnissen, insbesondere auch denen der technischen Praxis, trägt nur die direkte Schmelzprobe Rechnung. Es ist besonders Seger's Verdienst, die physikalische Beschaffenheit und die mechanischen Wirkungen beim Vorgang der Schmelzung in den Vordergrund gerückt zu haben. Bünzli[2]) hat durch mikroskopische Untersuchungen gezeigt, dass der Feldspath in hoher Temperatur beträchtliche Mengen von Kieselsäure zu einem klaren homogenen Glase aufzulösen vermag, und zwar um so mehr, je höher die Temperatur. Man wird annehmen können, dass die Thonsubstanz das Gerüst bildet für die hoher Temperatur ausgesetzten Thone, der Feldspath in Verbindung mit der Kieselsäure bilden die schmelzenden Bestandteile und je nach der Qualität des Gerüstes bezw. der Thonsubstanz und deren

[1]) Einfluss der näheren Bestandteile des Thones auf die Schmelzbarkeit, Thonind. Ztg. 1877, Nr. 34—39.

[2]) Sprechsaal, 1876, Nr. 39 u. ff.

Menge bestimmt sich die Feuerfestigkeit des Thones. Dazu kommt dann noch der Grad der Feinheit der zur Wirkung kommenden Quarz- und Feldspathpartikelchen. Anders verhält es sich bei den Thonen geringer Feuerfestigkeit, bei denen die Thonsubstanz früher zu erweichen beginnt, der gröbere Quarz selbst aber noch nicht in Aktion geraten ist und dadurch gewissermassen das Gerüst verstärkt. Für diese interessanten Fragen, die ich hier nur soweit erörtern kann, als sie für die Kenntnis der Feuerfestigkeit der in dem Gebiet um Nürnberg vorkommenden Thone in Betracht kommen, muss ich auf die schon citierten Arbeiten von Bischof und Richters, wie auf die Arbeiten von Seger[1]) verweisen.

Rationelle Analyse — Organische Substanz des Thones.

Für die so wichtige Erkenntnis der physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Thones wird zwar heute noch vielfach die Schlämmanalyse verwendet; indessen sind mit derselben genaue Resultate nicht zu erzielen. Ich habe bei meinen Arbeiten gefunden, dass sich am einfachsten eine Durchschlämmung durch Siebe verschiedener Maschenweite und dann eine Anwendung der sogenannten rationellen Analyse durchführen lässt.

Die rationelle Analyse eingeführt zu haben, ist wiederum Seger's Verdienst. Nachdem ich dieselbe bei der Bearbeitung der vorliegenden Thone in Anwendung gebracht habe, wird es nötig sein, dieselbe zu beschreiben.

Die rationelle Analyse beruht auf der Eigenschaft der Thonsubstanz, sich in heisser Schwefelsäure zu lösen bezw. zu zersetzen, während Quarz, Feldspath und Glimmer dies nicht thun. Man kocht also den zu untersuchenden Thon oder Kaolin mit $H_2 SO_4$ (1 : 1) längere Zeit bis zum Abrauchen

[1]) Thonind. Ztg. 1889, Thonind. Ztg. 1885, pag. 121; 1886 pag. 135—229. Türrschmidt's Notizblatt 1873; Thonind. Ztg. 1873, 1877, 1883, 1887, 1888, 1890 und 1893.

der Schwefelsäure; nach dem wiederholten Auswasehen und Deeantiren, wobei ein HCl-Zusatz die rasehere Klärung bewirkt, wird der Rüekstand wiederholt mit sehwacher Natronlauge und HCl gekocht, um die ausgesehiedene Si 0_2 bezw. Al_2 0_3 zu lösen.[1]) Der Rückstand wird geglüht und als Quarz und Feldspath gewogen. Diese Methode liefert bei Kaolinen ganz wertvolle und für die Praxis genügend genaue Resultate; sehlechter werden diese bei den Thonen und den Lehmen, weil hier die Angreifbarkeit der Sehwefelsäure und der Natronlauge auf die Thonsubstanz und auf die Rüekstände sehr weehselnd ist und auch die organische Substanz bei der Aufsehliessung hinderlieh ist.

Ich habe verschiedene Aenderungen der Methode versucht, indem ieh die durch Schwefelsäure gelöste Thonerde bestimmt und darnach zusammen mit der Gesamtanalyse die Thonsubstanz bereehnet habe. Diese Methode wäre genauer, da sie die reine Thonsubstanz Al_2 0_3 · 2 Si 0_2 · 2 H_2 0 angibt, während die nach Seger bestimmte Thonsubstanz aueh noeh die Eisen- etc. silikate und die freien Basen umfasst, sie hat jedoch den Nachteil, dass man sehr grosse Mengen Flüssigkeit erhält, in denen sich infolge der darin enthaltenen Schwefelsänre die Kieselsäure sehwierig zur Troekne eindampfen lässt. Aueh die Bestimmung der Thonsubstanz aus der durch Kochen mit Na 0 H gelösten Kieselsäure habe ich versucht, bin jedoeh am Schluss wieder zu der alten Seger'schen Methode zurüekgekehrt.

Seger bestimmt dann weiter in dem Rückstand die Feldspathreste durch Aufschliessen mit Flusssäuro und Fällen der gelösten Thonerde. Die Thonerde multipliziert mit 5,41 gibt dann den als Orthoklas berechneten Feldspath. Für Kaoline stimmt dieser Modus einigermassen, indem hier, da Kaoline fast stets an primärer Lagerstätte ruhen, unzersetzte Feldspathreste vorhanden sind. Die plastischen Thone dagegen befinden sieh meist an sekundärer Lagerstätte oder sind Verwitterungs-

[1]) Sehr vorteilhaft fand ich es, vor dem Zersetzen mit Schwefelsäure eine Behandlung des Thones mit HCl erfolgen zu lassen, es wird dadurch ein leichteres und rascheres Aufschliessen bewirkt.

produkte von Gesteinen so und so vielmaliger Umlagerung; in ihnen sind Feldspathreste in erhaltenem Zustande, wohl weitaus weniger häufig, ausser sie sind neuerdings mit eingeschwemmt. Bei meinen Untersuchungen konnte ich auch mikroskopisch meist keinen Feldspath entdecken, selten nur Spuren von solchem, häufig dagegen Glimmer, der durch seine blättrige Beschaffenheit leichter mit fortgeführt wird als Feldspath. Man wird daher bei Untersuchung von Thonen gut thun, zuerst durch mikroskopische Betrachtung der Rückstände sich davon zu überzeugen, ob überhaupt Feldspathreste vorhanden sind und im anderen Falle die Thonerde als vom Glimmer herrührend zu berechnen; für meine Analysen habe ich daher aus der Thonerde des Rückstandes den Glimmer als normalen Muskovit $H_4 K_2 Al_6 Si_6 O_{24}$ berechnet; — nur in einem Falle, wo sich deutlich Feldspath zeigte, wurde aus der Thonerde der Feldspath berechnet.

Der Gang der Gesammtanalyse bei meinen Arbeiten war der hierfür übliche; nur möchte ich hier noch auf die bis jetzt leider noch nicht genügend beobachtete und studierte Beschaffenheit der organischen Substanz hinweisen. Eine Bestimmung der die organische Substanz kennzeichnenden Eigenschaften ist noch nicht erfolgt; übrigens wechselt dieselbe sehr in den verschiedenen Thonen. In den Braunkohlenthonen scheint dieselbe ein Gemisch pflanzlicher und thierischer organischer Stoffe zu sein; dieselben geben beim Extrahiren mit Aether—Alkohol, Xylol oder Chloroform einen braunen Körper in Lösung, der beim Verdunsten als harzähnliche braune Substanz verbleibt. Beim Erhitzen liefern sie neben kreosot-ähnlich riechenden braunen Dämpfen ichtyolartige Verbindungen. Etwas mehr geht bei den Posidonienschiefern des Lias in Lösung und hier überwiegt der ichtyolähnliche Geruch. Ueber diese Posidonienschiefer liegen Untersuchungen vor von Neumayer.[1]) Während die Analyse an Kohlenstoff, Wasser und Verlust in den einzelnen Proben Werte von 5,7 bis zu 27,90% lieferte und bei v. Raumer[2]) sich für 2 Posidonienschiefer

[1]) Württ. natur. Jahresheft XXIV. 1868.

[2]) Inaug.-Diss. Erlangen 1878.

an C-gehalt 11,00% ergaben, konnte Neumayr durch Schwefelkohlenstoff, Chloroform oder Aether und Alkohol nur 0,0068% bituminöse Bestandteile entziehen, also gleich meinen Versuchen an Rhätthonen ein ganz unbrauchbares Verfahren.

Die Rhätthone gaben beim Glühen Dämpfe von kreosotähnlichem Geruch, in ihnen ist die organische Substanz anscheinend vorwiegend pflanzlichen Ursprunges; es geht in Xylol und ähnlichen Lösungsmitteln nichts in Lösung, dagegen kann man etwas mit Natronlauge ausziehen und durch H Cl fällen, aber dies ist nur ein Bruchteil und würde daher nur ein mangelhaftes Resultat bei der Analyse ergeben. Ich glaubte, dass etwa eine ähnliche Verbindung den Rhätletten zu Grunde liegen würde, wie den häufig darin vorkommenden Kohlenstämmchen und kohligen Teilen. Die Analyse lieferte für den C-gehalt dieser Kohle 53,29%, was auf die aschenfreie Substanz mit einem Aschengehalt von 11,03% einen C-gehalt von 59,90% ausmacht. Im Thon selbst war ein C-gehalt von 0,39%, was einer Beimengung von obiger Kohle zu 0,65% entsprechen würde; wieviel Kohlenstoff davon jedoch auf kohlige Beimengung, wieviel auf das Bitumen, die sogen. „organische Substanz", im Thon zu reehnen ist, ist daraus noch nicht ersichtlich.

Feuerfestigkeitsbestimmung.

Es ist das grosse Verdienst Segers, eine Methode, nach welcher die Messung von hohen Temperaturen, wie sie in der Thonwarenindustrie vorkommen, ermöglicht wird, ersonnen und zur praktischen Ausführung gebracht zu haben.[1])

Zur Messung von hohen Temperaturen hat man zwar vorher schon mancherlei Pyrometer besessen, die zum Teil vielleicht genauer die Temperaturen angegeben, so die auf der Ausdehnung von Luft oder Stickstoff beruhenden Apparate oder die auf die Ausdehnung fester Körper sich gründenden Vorrichtungen, die Benützung optischer oder akustischer Er-

[1]) Thonind. Ztg. 1885 p. 121 und ff., 1886 p. 135—229.

scheinungen bei verschieden hohen Temperaturen oder endlich das Siemens'sche und das Le Chatelier'sche elektrische Pyrometer, das auf der Zunahme des Leitungswiderstandes eines Platindrahtes bei Erhöhung der Temperatur beruht.[1])

Nun handelt es sich in der Technik aber nicht so sehr um die Messung einer bestimmten Temperaturhöhe, bei der die Schmelzungen etc. vor sich gehen, sondern vielmehr um die Erkennung bestimmter bei einem gewissen Zeitpunkt eintretender Veränderungen des zu erzeugenden bezw. verwendeten Materiales. Nehmen wir die Erscheinung des Klinkerns von Thonen oder des Schmelzens von Glasflüssen, so ist das Eintreten dieser Aggregatszustände nicht nur von der Höhe der Temperatur, sondern auch von anderen Verhältnissen abhängig. Es ist ein Unterschied, ob die Schmelz-Temperatur rasch oder langsam erreicht wird, es ist schliesslich auch die Zusammensetzung der Feuergase dabei von Betracht.

Darin beruht nun die eminente Brauchbarkeit der Seger'schen Messmethode, dass sie ganz den gleichen Vorgang, der sich im Grossen innerhalb der Feuerungsräume abspielt, im kleinen an den Schmelzkegeln sichtbar nachmacht, und so ein genaueres Bild für die zu erzielenden Brennwirkungen als lediglich die Bestimmung der Temperaturhöhe angiebt. Es wird, wenn ich mich so ausdrücken darf, nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Temperatur gemessen.[2])

Die Seger'schen Kegel bestehen aus Silikaten, die je nach Schmelztemperatur verschieden zusammengesetzt sind. Diese Silikatgemenge sind in Form von tetraedrischen Pyramiden hergestellt. Beim Schmelzen der Gemenge fangen zunächst die Kanten an, rund zu werden, dann legt sich der Kegel allmählig um und berührt schliesslich mit seiner ganzen Längsfläche den Boden. Ohne auf die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Kegel näher einzugehen, möchte ich

[1]) Thonind. Ztg. 1895. 19, 803.
Ann. d. Physik und Chemie 1895, 56, 360.

[2]) Das Messen der Temperatur durch das Schmelzen von Legierungen ist wegen des Einflusses der Feuergase und der Verflüchtung von Metalldämpfen nicht zuverlässig.

nur kurz das Wichtigste über das Prinzip der Zusammensetzung erwähnen:

Kegel 1 repräsentiert die Formel:

$$\begin{matrix} 0{,}3\ K_2\ 0 & 0{,}2\ Fe_2\ 0_3 \\ 0{,}7\ Ca\ 0 & 0{,}3\ Al_2\ 0_3 \end{matrix} \quad 4\ Si\ 0_2$$

er ist zusammengesetzt aus den aequivalenten Mengen Marmor, Feldspath, Quarz und Eisenoxyd.

Im nächsten Kegel ist das Eisenoxyd vermindert, die Thonerde durch Einführung von Kaolin erhöht. Dies wird fortgesetzt bis zu „K." 4, der die Zusammensetzung hat:

$$\begin{matrix} 0{,}3\ K_2\ 0 \\ 0{,}7\ Ca\ 0 \end{matrix} \cdot 0{,}5\ Al_2\ 0_3 \cdot 4\ Si\ 0_2,$$

worin also das Eisenoxyd nun ganz weggelassen ist.

Nun steigt bei den näehsten Kegeln der Thonerde- und Kieselsäuregehalt durch erhöhte Kaolinmengen und Quarz; dies setzt sieh fort bis Kegel 27 von der Formel:

$$\begin{matrix} 0{,}3\ K_2\ 0 \\ 0{,}7\ Ca\ 0 \end{matrix} \cdot 20\ Al_2\ 0_3 \cdot 200\ Si\ 0_2$$

Von Kegel 28 (ea. 1650° C.) an beginnt ein anderes Bild: Feldspath und Marmor, damit also $K_2\ 0$ und $Ca\ 0$ verschwinden; es wird die Eigenschaft des Quarzes, bei hohen Temperaturen in Verbindung mit Thon als Flussmittel zu wirken, benützt und der Kegel 28 ist von der Formel: $Al_2\ O_3 . 10\ Si\ 0_2$. Hier beginnen aueh die feuerfesten Thone:

Kegel 30 ist $Al_2\ 0_3 \cdot 6\ Si\ 0_2$

Kegel 34 ist $Al_2\ 0_3 \cdot 2{,}5\ Si\ 0_2$

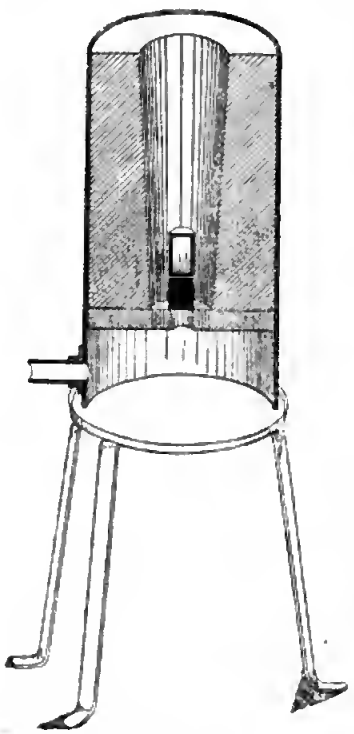
Kegel 35 und K. 36 werden durch gereinigten Zettlitzer Kaolin und Raekonitzer Sehieferthon dargestellt, der nahezu der reinen Thonsubstanz: $Al_2\ 0_3 \cdot 2\ Si\ 0_2 . 2\ H_2\ 0$ entsprieht. Mit der Schmelztemperatur dieser höchsten Kegeln fällt auch jene des Platins zusammen. (ea. 1850°).[1])

Die Ausführung der Feuerfestigkeitsproben erfolgte im Deville'schen Gebläseofen.

---

[1]) Für Zwecke der Industrie hat man dann durch Einführung von Eisenoxyd und Borsäure von K. 1. (ca. 1145°) an abwärts bis K. 0,22 (ca. 500°) noch Temperaturmesser bis zur schwachen Rotglut combiniert.

Es ist dies ein Chamottecylinder, dessen Boden von einer Schmiedeeisenplatte mit konzentrischen Ringen mit Löchern, aus welchen die vom Gebläse kommende Luft zum Brennmaterial (Retortengraphit) strömt, gebildet wird. Die zu untersuchenden Thone befinden sich mit den Schmelzkegeln in einem Tiegel, der von der Glut umgeben ist. Man habe z. B. eine Thonprobe zusammen mit K. 30, 31 und 32 im Ofen und brennt die Charge nieder; es zeigt sich nun, dass K. 30 und 31 geschmolzen sind, K. 32 und die Thonproben noch stehen. Der zu prüfende Thon steht also höher als K. 31; man gibt nun eine etwas grössere Charge und brennt abermals ab, nachdem man nun noch K. 33 und 34 dazu gegeben hat. Wenn Kegel 32 niedergeschmolzen ist, Kegel 33 mit abgerundeten Kanten anfängt zu schmelzen, der Thon etwa schon stärker geschmolzen ist als K. 33, nicht so stark jedoch als K. 32, so wird man sagen, die Feuerfestigkeit des Thones stehe zwischen K. 32 und K. 33.



Die Einfachheit und Exaktheit der Seger'schen Methode, Feuerfestigkeitsproben auszuführen, geht am schönsten hervor, wenn man die älteren Methoden von Bischof, Otto[1]) und Richters damit vergleicht.

Bischof bestimmte den Grad der Feuerfestigkeit eines Thones durch die Menge von Quarz, welche demselben zugesetzt werden muss, damit er einer bestimmten Temperatur ausgesetzt, dasselbe Verhalten zeigt, wie ein anderer ausgezeichneter Normalthon. (Garnkirker Thon + Quarz, 1 : 1.) Bei dieser Methode darf aber die Temperatur nicht so hoch

[1]) Dingler's Journal 163, 193. — Kerl, Handbuch der Keramik p.62/63.

gesteigert werden, dass eine chemische Verbindung des Thones mit der zugesetzten Kieselsäure eintrete, die Kieselsäure kann also nur mechanisch als starres unschmelzbares Skelett wirken. Es kann daher nur das Aussehen bis zu einer gewissen Temperaturhöhe gemessen werden, darin liegt die Schwäche der Methode.

Richters Verfahren stützt sich auf das Verhalten in Temperaturen, bei welchen die Verbindung von Kieselsäure bezw. Thonerde mit dem Thone eintritt, also in der Weissglut.

Als Normalthon dient bei Richters ein Gemenge von 1 Teil Saarauer Thon mit $^2/_{10}$ Teilen Thonerde. Es wurde dann der zu prüfende Thon zusammen mit dem Normalthon der Weissglut ausgesetzt, und zwar soweit, bis die Probe mit einer schwachen, glänzenden Flussrinde überzogen war. Bedurfte der zu prüfende Thon eines Zusatzes von Quarz, war also höher stehend als der Normalthon, so wurde die Feuerfestigkeit je nach der zuzusetzenden Menge mit + 1, 2, 3 etc. bezeichnet, war dagegen ein Zusatz von Thonerde nötig, so wurde er mit — 1, 2, 3 etc. bezeichnet; ± bedeutete dem Normalthon gleichstehend.

Vergleicht man nun speziell die obigen Beziehungen mit den Ergebnissen bei der Feuerfestigkeitsbestimmung der Thone in dem vorliegenden Arbeitsgebiet, so zeigt sich, dass die an Flussmitteln sehr armen Thone des Rhäts und der lehmigen Albüberdeckung auch einen bedeutenden Feuerfestigkeitsgrad besitzen.

Die Feuerfestigkeit der Rhätthone wäre in einigen Fällen noch höher, wenn nicht ein grosser Teil der mechanisch beigemengten Kieselsäure bei ihnen in äusserst fein verteilter Form vorhanden wäre. Vergleicht man Thone aus dem Rhät und solchen der lehmigen Albüberdeckung, so zeigt sich trotz der grossen Übereinstimmung in der Zusammensetzung ein Unterschied in der Feuerfestigkeit, indem sich im letzteren die mechanisch beigemengte Kieselsäure in Form gröberer Quarzkörner befindet und daher erst bei höherer Temperatur (K. 33) mit in den Schmelzprozess gezogen wird, bezw. mit den Basen sich zu Silikaten vereinigt, während in den Thonen aus dem

Rhät die Quarzpartikel feiner, reaktionsfähiger sind und daher die Thone schon früher (meist bei K. 31) schmelzen.

Wesentlich auffallender zeigt sich die Wirkung des Quarzes bei den niedriger stehenden Thonen, und zwar kommt bei dem geringen Gehalt an Kalk und Magnesia hier in erster Linie der Einfluss des Eisenoxydes und des feinen Sandes in Betracht, weniger derjenige der Alkalien. So schmilzt Zanclodonletten von Ottensoos mit nicht sehr feinem Quarzkorn trotz des hohen Eisenoxydgehaltes erst bei K. 15, während Burgsandstein- und Blasensandsteinletten (letzterer mit ca. 2,5% Ca 0) schon bei Kegel 5 geschmolzen waren. Löss dagegen steht infolge des Gehaltes an gröberem Quarzkorn trotz der reichlichen Menge schädlicher Basen bis K. 12—13. Der gleiche Unterschied zeigte sich zwischen Liasthon mit grobem Sandkorn (Käswasser L. γ) = K. 13 und solchem von feinem Korn (Grossbellhofen) = K. 5.

Bei den untersuchten Thonen kommt infolge Fehlens von Feldspathresten nur die Wirkung der wenigen Glimmerteilchen und der feinen Quarzpartikelchen neben den Basen für die Schmelzung in Betracht.

III. Wirtschaftliches.

Es ist bei einem Thema der praktischen Geologie wohl angebracht, wenn ich schliesslich noch die ökonomische Bedeutung der Thon- nnd Lehmvorkommen durch Produktionszahlen der sie verarbeitenden Industrie erläutere.

Innerhalb der zum grössten Teil in das Arbeitsgebiet fallenden politischen Bezirksämter Nürnberg, Fürth, Erlangen, Schwabach und Hersbruck finden sich (nach Götz, Geograp.-Hist. Handbuch v. Bayern 1898) in Summa 75 Ziegeleibetriebe, die sich auf die einzelnen Bezirksämter, wie folgt, verteilen:

B.-A. Fürth:	24	Betriebe
B.-A. Nürnberg:	14	„
B.-A. Erlangen:	11	„
B.-A. Schwabach:	10	„
B.-A. Hersbruck:	16	„ [1])

Diese Ziegeleibetriebe befassen sich zum grössten Teil mit Herstellung gewöhnlicher Mauersteine; Verblendsteine und Dachziegel werden wenig fabriziert, andere bessere Ziegeleiprodukte fehlen noch vollständig. 1 grösserer und 3 kleine Betriebe fertigen feuerfeste Steine und Chamotteprodukte.

Die grössten Ziegeleien weisen eine Jahresproduktion von je 12 Millionen Mauersteinen auf.

Die Produktion des Bezirksamtes Fürth ist die grösste mit ca. 95 Millionen, dann folgt B.-A. Nürnberg mit ca. 23 Millionen, B.-A. Hersbruck mit ca. 12, B.-A. Schwabach mit ca. 15 und B.-A. Erlangen mit ca. 15 Millionen Mauersteinen, zusammen 160—165 Millionen Steinen im gegen-

[1]) Der Ziegeleiberufsgenossenschaft waren für das Betriebsjahr 1898 angemeldet 58 Betriebe mit zusammen 131,712,000 Steinen Gesamtproduktion — eine Anzahl kleinerer Betriebe waren demnach nicht angemeldet. — Mittlerweile wurden eine grosse Anzahl von Anlagen vergrössert und die obigen Zahlen, wie auch die nachfolgenden Daten über die Produktion, welche ich gütigen privaten Mitteilungen verdanke, stellen natürlich nur ganz annähernde Werte (für das Jahr 1899) dar.

wärtigen Handelswert von rund 5 Millionen Mark. Dabei werden ca. 330,000 cbm = ca. 800,000 ts Lehm verbraucht; — ca. 1500 Arbeiter finden dabei Beschäftigung.

An feuerfesten Artikeln werden, in Normalsteinen ausgedrückt, ca. 4 Millionen Steine fabrizirt, bei einem Handelswert von fast 300,000 Mark, einem Thonverbrauch (Rhätthon) von ca. 8,000 cbm = ca. 17,000 ts entsprechend, der für sich allein einen Wert von fast 100,000 Mk. darstellt. Arbeiter werden hiebei ca. 150 beschäftigt.

Die Ofenfabriken und Kunsttöpfereien[1]) verarbeiten in 3 Betrieben jährlich ca. 300—350 Waggons = 3000—3500 ts Rhätthon, der allerdings nicht den gesamten, aber doch den Hauptverbrauch an Thon darstellt. Der Handelswert der daraus hergestellten Fabrikate betrug ca. 500,000 Mk.; ca. 400 Arbeiter werden in dieser Fabrikation beschäftigt.

Weitere ca. 1000 ts. Rhätthon werden zur Fabrikation von Schmelztiegeln, für die Bleistiftindustrie und als Ersatz für Speckstein zu Gasbrennern verwertet.

Fasst man alle diese Daten zusammen, so ergiebt sich, dass die keramische Industrie um Nürnberg aus den der Keuper-, Jura- und jüngeren Formationen zugehörigen thonigen Schichten einen Jahresumsatz von ca. 5—6 Millionen Mk. aufweist, wobei über 2000 Menschen einen auskömmlichen Verdienst finden.

Schliesslich dürfte es noch interessieren, wie die einzelnen geologischen Horizonte nach der Rohmaterialmenge dabei beteiligt sind:

die Berggyps- und Lehrbergschichten	mit	ca.	30 %
der Horizont des Blasensandsteins	„	„	38 %
der Burgsandstein	„	„	7 %
der Zanclodonletten	„	„	5½ %
der Rhätthon	„	„	3—4 %
die Thone des Lias u. Dogger	„	„	13¾ %
Quartäre Lehme und Löss	„	„	1¾ %

[1]) Auch eine bedeutende Majolikafabrik verarbeitet Rhätthon zur Erzeugung ihres Fabrikates. Einschlägige Productionszahlen konnte ich leider nicht erfahren.

Da aber der Rhätthon einen ca. 4—5 mal höheren Wert besitzt als die anderen Thonvorkommen, so steigt seine Bedeutung erst bei Betrachtung der aus ihm hergestellten Produkte.

Hat auch die Natur dem fränkischen Keuper und Jura edlere Mineralschätze, wie sie sich in anderen Formationen finden, versagt, so ist er dafür mit Gesteinen ausgestattet, welche nicht nur ihrer Quantität nach von einer grossen nationalökonomischen Bedeutung sind, sondern auch wegen ihrer qualitativen Eigentümlichkeiten zur Ausbildung einzelner hochentwickelter Industriezweige Veranlassung gegeben haben, die zum Teil schon in früheren Jahrhunderten (ich will nur an das Töpfergewerbe, an Hirschvogel und andere Meister erinnern) geblüht haben.

Durch das Aufblühen von Nürnberg, der wichtigsten Industrie- und Handelscentrale Süddeutschlands, begünstigt, haben sich ausser der Gewinnung der Bausandsteine in diesem Gebiete auch einige Zweige der Thonwarenindustrie grossartig entwickelt und reihen sich würdig an den anderen Leistungen rastloser Arbeit in und um Nürnberg.

I. Thoniger Se. Liasthon (L. ε) von Haimendorf (Moritzberg).
II. Berggipsmerd. „ (L. ζ) „ Lndersheim.
III. Blasensands Opalinnsthon (Dogger 1.) vom Rothenberg.
IV. Bnrgsandste Lehmige Albüberdecknng vom Steinbühl bei Hüttenbach.
nach Ma. Kaolinknollen in derselben.
V. Zanclodonlet Elnviallehm ans dem Opalinusthon (an der Strasse bei
V a. „ An, vor Hüttenbach).
VI. Rhättbon vta. Dilnviallehm von der Steinplatte bei Nürnberg.
VI a. „ „ Löss von Spardorf.
VI b. „ „

	b	VII c	VIII	IX	IX a	X	X a	XI
Geologischer Horizont		Lias ε	Opalinusthon (Dogger)	Lehmige Albüber-	deckung	Elnviallehm (aus dem Opalinusthon)	Dilnviallehm	Löss
Si O_2 (+ Ti O_2)	32	52,47	67,13	61,96	52,13	67,72	65,49	67,60
Al $_2$ O_3:	47	26,32	14,87	26,05	30,83	15,44	22,53	13,90
Fe $_2$ O_3:	53	8,75	6,48	1,54	0,79	6,85	2,77	4,00
Fe O:		—	—	—	—	—	—	—
Ca O:	14	0,34	0,17	Sp.	Sp.	Sp.	0,25	1,50
Mg O:	15	Sp.	2,01	„	0,75	„	0,43	0,83
K_2 O:	23	1,52	2,95	0,54	0,62	2,74	2,59	3,43
Na_2 O:	der er.	0,96	0,36	0,13	—	0,18	0,93	0,44
SO_3:	b.	Sp.	0,15	—	—	—	0,17	0,54
P_2 O_5:		„	—	—	—	—	—	—
Mn O:		„	—	—	—	—	—	Sp.
CO_2:		—	—	—	—	—	—	—
Glühverlust:	97	9,38	7,50	10,02	15,67	7,02	6,24	6,55
	00	99,74	101,62	100,24	100,79	99,95	101,40	98,79

	VII	VII a	VII d	VIII	IX	IX a	X	XI
Thonsubstanz (+ in H_2 SO_4 Lösl	62,44	66,64	64,69	40,90	65,89	67,20	51,72	39,18
Quarz:	32,57			48,38	32,03	32,80	48,28	48,62
Feldspathreste:	4,99	33,36	35,31	—	—	—	—	12,20
Glimmer:				10,72	2,08	—	—	

Schmelzpunkt	e	VII	VII b	IX	XI
bei Seger-Kegel:		13	5	über 33	12—13

Vita.

Ich, Hermann Kaul, bin geboren zu Nürnberg am 25. Dezember 1873 als Sohn des Kaufmanns Friedrich Kaul und dessen Ehefrau Anna Kaul, geb. Hausleiter.

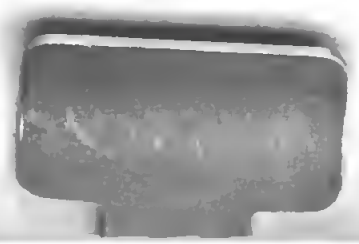
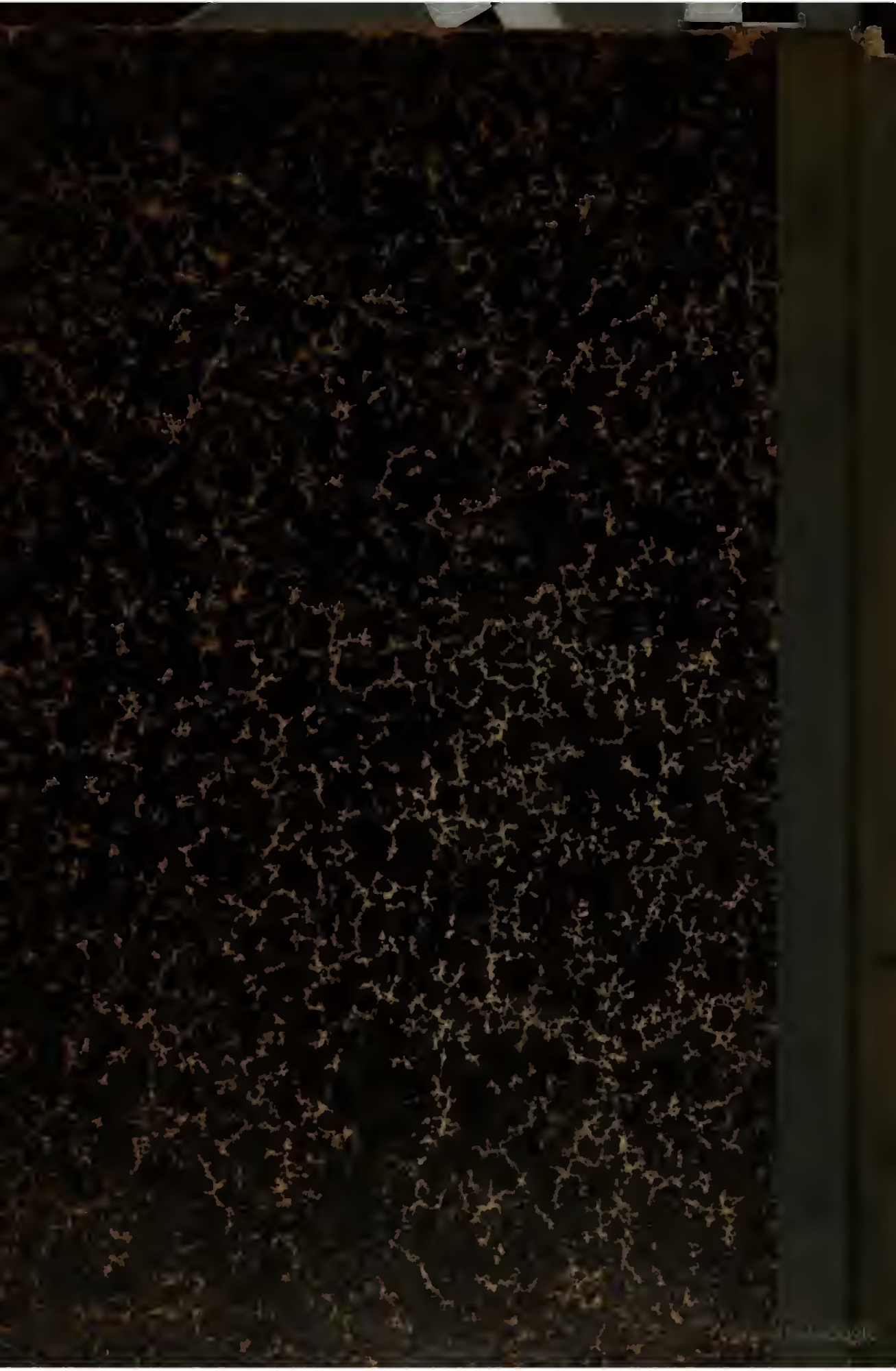
Nach Absolvierung des Realgymnasiums zu Nürnberg bezog ich 1892 die Hochschule und wählte als Studium Naturwissenschaften und allgemeine Technische Fächer, dem ich an der Universität und dem Polytechnikum zu München bis S. S. 95 und bis W. S. 95/96 an der Universität zu Würzburg oblag.

Lebhaftes Interesse an Kunstgeschichte und Kunst-Gewerbe, speziell an der antiken Keramik, veranlasste mich, 2 Semester (S. S. 96 zu Würzburg, W. S. 96/97 zu München) ausschliesslich einschlägige Studien hierin zu betreiben, vor allem in der Vasensammlung des Würzburger Wagner-Museums.

Ein weiteres Jahr war ich praktisch in der Technik (Thonwarenindustrie) thätig und bezog S. S. 1898 wieder die Hochschule Berlin, um meine naturwissenschaftlichen Studien, insbesondere in Geologie und Mineralogie fortzusetzen. Ende des S. S. 98 begann ich mit der vorliegenden Arbeit, mit deren Ausführung ich während der W. S. 98/99 und S. S. 1899 im mineralogischen Institut der Universität Erlangen bei Herrn Professor Dr. H. Lenk beschäftigt war.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.